



**SANDRA CUNHA  
FONTE**

**MELHORIA DAS CONDIÇÕES ERGONÓMICAS E  
DOS PROCESSOS DE UMA SECÇÃO DE  
EMBALAGEM**



**Universidade de Aveiro**  
2017

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia  
Industrial e Turismo

**SANDRA CUNHA**  
**FONTE**

## **MELHORIA DAS CONDIÇÕES ERGONÓMICAS E DOS PROCESSOS DE UMA SECÇÃO DE EMBALAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e do Doutor Nélson Bruno Martins Marques da Costa, Professor Auxiliar do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho.

**o júri**

**presidente**

Prof. Doutora Leonor da Conceição Teixeira  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Susana Raquel Pinto da Costa  
professora auxiliar convidada da Escola de Engenharia da Universidade do  
Minho

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À minha orientadora na Universidade de Aveiro, Professora Carina Pimentel, por todo o apoio e conselhos fornecidos ao longo do meu percurso académico. Ao meu co-orientador na Universidade do Minho, Professor Nélson Costa, que, apesar da distância, sempre se mostrou disponível para me ouvir, orientar e esclarecer as minhas infindáveis dúvidas.

À minha orientadora na empresa, Joana Filipe, e aos meus colegas de equipa, Bruna Meles, Gabriel Tavares, Raquel Pereira e Sandra Gonçalves, pela oportunidade, pela disponibilidade e por todos os ensinamentos prestados.

À minha família, em particular à minha mãe e à minha tia, pelo apoio constante e por me terem ajudado a alcançar todas as minhas aspirações.

## palavras-chave

lesões músculo-esqueléticas (LME), indústria de embalagem, fatores de risco, *lean*, otimização de processos

## resumo

As LMERT surgem como a doença ocupacional mais frequente na Europa, constituindo um flagelo individual, organizacional e social com custos muito elevados. Apesar de existirem inúmeros trabalhos de investigação acerca das LMERT, o conhecimento desta patologia no contexto do setor de embalagem e da sua relação com os sistemas de produção *lean* ainda não é suficiente para que se consiga chegar a um consenso. Assim, de maneira a contribuir para o estudo desta temática, surge o presente trabalho com o objetivo de (1) avaliar e melhorar as condições ergonómicas, e (2) otimizar os processos, através da redução de desperdícios, de uma secção de embalagem da indústria metalomecânica.

Na secção de embalagem estudada existiam 14 postos de trabalho e operavam 13 trabalhadores, exclusivamente do género feminino, sendo os seus processos maioritariamente manuais. Verificou-se a presença de risco significativo de LMERT em todos os postos de trabalho avaliados. As posturas estáticas e/ou incorretas, a repetitividade de movimentos e a manipulação manual de cargas consistem nos principais fatores de risco físicos presentes na atividade de trabalho da secção. Todas as operadoras reportaram a existência de fadiga, desconforto ou dor em, pelo menos, uma região corporal durante os últimos 12 meses. As regiões mais afetadas foram a coluna lombar (92,3%), os ombros (92,3%), a coluna cervical (84,6%) e os punhos/mãos (84,6%). No que concerne à presença de SME nos últimos 7 dias, destacam-se três regiões corporais – cotovelos, coluna dorsal e ancas/coxas – com uma taxa de prevalência de 100%.

Neste trabalho conseguiram identificar-se 19 desvios para os quais se definiram 21 ações de melhoria. Propôs-se a implementação de medidas técnicas de Ergonomia, tais como (1) plataformas elevatórias, (2) equipamentos para auxílio nas tarefas de MMC, (3) redesign de postos de trabalho, e (4) desenho de métodos de trabalho ergonómicos, e medidas organizacionais como a rotação de postos de trabalho, tendo-se verificado que estas permitem reduzir consideravelmente o risco de LMERT. As ações propostas para a otimização dos processos permitem o ganho de mais de 4,5h de trabalho por dia na secção. Paralelamente, observou-se a redução de *muri*, concluindo-se que é possível aumentar a eficiência de processos e, simultaneamente, obter um impacto positivo sobre as condições ergonómicas e o risco de LMERT de uma atividade de trabalho, através da aplicação de princípios *lean*. Para trabalho futuro, propõe-se a avaliação do impacto das medidas propostas nos sintomas músculo-esqueléticos das operadoras, e nos índices de produtividade e de qualidade da secção.

## keywords

musculoskeletal disorders (MSDs), packaging industry, risk factors, *lean*, process optimization

## abstract

WRMSDs are the most common occupational disease in the European Union and an individual, organizational and social scourge with very high costs. Although there are several research works about WRMSDs, the existing information on the prevalence of these injuries in the packaging industry and their relationship with *lean* production systems is still not enough to reach a consensus. This work aims to contribute to the body of knowledge and its main goals are: (1) to assess and to improve the ergonomic conditions, and (2) to optimize the processes through waste reduction, in a packaging line of a metalomechanic industry.

In the packaging line there was 14 workstations and 13 workers, exclusively feminine, with the majority of its processes being manual. It was found a significant WRMSDs risk in every studied workstations. Awkward postures and/or static postures, repetitive work and manual materials handling were the main task characteristics involved. The results of the study revealed a prevalence of musculoskeletal symptoms of 100% in the overall sample in the last year. The most affected body regions were lower back (92,3%), shoulders (92.3%), neck (84.6%) and wrists/hands (84.6%). Regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms in the last 7 days, shoulders, upper back and hips/thighs are the most affected body regions 100% of prevalence.

In this research it was possible to identify 18 opportunities for improvement for which 20 measures were proposed. The implementation of technical measures, such as (1) lifting platforms, (2) material handling devices, (3) workplace redesign, and (4) the design of ergonomic working methods, and organizational measures such as job rotation, were proposed and it was found that they could help reducing the WRMSDs substantially. With the suggested actions for the optimization of the processes it is possible to gain more than 4,5 working hours a day in the packaging line. At the same time, it was observed a reduction of *muri*, concluding that it is possible to improve the processes efficiency and to obtain a positive impact on the ergonomic conditions and WRMSDs risk of a work activity, through the application of lean principles. As future work the assessment of the proposed measures impact on workers' musculoskeletal symptoms, and on the productivity and the quality of the packaging line is proposed.

# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS .....	viii
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.3. Descrição do trabalho.....	3
2. ESTADO DA ARTE .....	4
2.1. Ergonomia .....	4
2.2. Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT).....	7
2.2.1. Considerações gerais .....	7
2.2.2. Prevalência das LMERT em Portugal .....	10
2.2.3. Prevalência das LMERT em atividades de MMC e embalagem.....	15
2.2.4. Fatores de risco.....	18
2.2.5. Identificação de Fatores de Risco e Avaliação do Risco de LMERT .....	25
2.2.6. Prevenção .....	29
2.3. O Lean Production System e a Ergonomia .....	32
3. METODOLOGIA .....	36
3.1. Metodologia adotada para a avaliação e melhoria das condições ergonómicas da secção ...	37
3.2. Metodologia adotada para o estudo e aumento da eficiência dos processos da secção.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.1. Caracterização da população.....	41
4.2. Caracterização da secção de embalagem.....	41
4.3. Avaliação ergonómica dos postos de trabalho .....	45
4.3.1. Ensaio e Montagem.....	45
4.3.2. Contentores.....	49
4.3.3. Sacos .....	66
4.3.4. Caixas.....	68
4.4. Comparação entre os métodos de avaliação integrada do risco de LMERT .....	70
4.5. Avaliação da sintomatologia músculo-esquelética autorreferida .....	72
4.5.1. Parte 1 – Caracterização da população.....	72
4.5.2. Parte 2 – Caracterização da atividade de trabalho .....	73
4.5.3. Parte 3 – Caracterização de aspetos organizacionais e psicossociais .....	73
4.5.4. Parte 4 – Caracterização das queixas e da sintomatologia músculo-esquelética.....	74
4.6. Comparação entre as referências sintomatológicas dos trabalhadores e a MARZC .....	76
4.7. Análise de processos da secção.....	78
4.7.1. Operação de transporte de material.....	78
4.7.2. Operação de abastecimento de papel PADPAK.....	81
4.7.3. Operação de cintagem de contentores .....	83

4.8. Proposta e análise de melhorias .....	85
4.8.1. Avaliação do impacto das melhorias propostas com a MARZC.....	90
4.8.2. Plano de rotação de postos de trabalho .....	93
4.8.3. Avaliação do impacto das melhorias propostas nos processos da secção .....	95
4.9. Principais limitações do estudo .....	100
5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO.....	101
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	104
 ANEXO A – Questionário (versão adaptada do NMQ).....	118
ANEXO B – Avaliação ergonómica do PT4&5.....	122
ANEXO C – Análise detalhada das tarefas de MMC do PT2 – contentor B .....	126
ANEXO D – Análise detalhada das tarefas de MMC do PT2 – contentor E.....	128
ANEXO E – Avaliação ergonómica do PT9.....	129
ANEXO F – Avaliação ergonómica do PT11 .....	130
ANEXO G – Análise das operações de transporte de material do PT3 .....	132
ANEXO H – Análise das operações de transporte de material do PT4&5 .....	133
ANEXO I – Análise do impacto da implementação de carros logísticos no transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores .....	134
ANEXO J – Diagrama de fluxo de processo da operação de cintagem de contentores otimizada	137



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Prevalência de dores nas costas entre os trabalhadores europeus .....	9
Tabela 2 – Número de Certificações de Doença Profissional, sem e com incapacidade, total e devidas a manifestações músculo-esqueléticas, entre 2003 e 2006.....	10
Tabela 3 – Número de Certificações de Doença Profissional com incapacidade, por tipo de manifestação clínica, entre 2003 e 2006 .....	11
Tabela 4 – Número de Certificações de Doença Profissional, sem e com incapacidade, total e devidas a manifestações músculo-esqueléticas, entre 2011 e 2014.....	11
Tabela 5 – Prevalência das LMERT em estudos portugueses.....	13
Tabela 6 – Prevalência das LMERT em atividades de MMC em estudos de outros autores.....	16
Tabela 7 – Prevalência das LMERT em atividades de embalagem em estudos de outros autores ..	17
Tabela 8 – Conceito “sistémico” trabalhador-tarefa-ambiente proposto por Ayoub & Mital (1989) para as tarefas de manipulação manual de cargas .....	18
Tabela 9 – Modelos de causalidade das LMERT e fatores de risco globais apresentados por Moore & Garg (1995).....	19
Tabela 10 – Principais fatores de risco físicos, organizacionais/psicossociais e individuais.....	20
Tabela 11 – Metodologia de identificação e avaliação do risco das LMERT baseada na estratégia SOBANE.....	25
Tabela 12 – Exemplo de métodos observacionais simples para a avaliação do risco de LMERT ...	28
Tabela 13 – Principais conclusões extraídas da revisão da literatura acerca da prevenção das LMERT, desenvolvida pela AESST, por tipo de intervenção .....	29
Tabela 14 – Produtividade média diária da secção no ano de 2015 .....	43
Tabela 15 – Características físicas dos postos de trabalho.....	43
Tabela 16 – Descrição do PT1 .....	45
Tabela 17 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT1 através da aplicação da checklist interna.....	46
Tabela 18 – Resultado global da análise das tarefas de MMC do PT1 com a equação NIOSH .....	47
Tabela 19 – Resultado da análise detalhada das tarefas de MMC do PT1 com a equação NIOSH .	47
Tabela 20 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocar caixas no carro (n1→ n3)’ do PT1 com a equação NIOSH.....	48
Tabela 21 – Resultado da aplicação do método OCRA checklist ao PT1.....	49
Tabela 22 – Distribuição da quantidade dos diferentes tipos de contentores embalados no PT2 ....	50
Tabela 23 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT2 através da aplicação da checklist interna.....	51
Tabela 24 – Descrição do PT2 – contentor A .....	52
Tabela 25 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor A.....	53

Tabela 26 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor A .....	54
Tabela 27 – Resultado da análise da tarefa ‘levar caixas com material para embalar para o posto’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2.....	54
Tabela 28 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor A com a EN 1005-2.....	55
Tabela 29 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2 .....	56
Tabela 30 – Resultado da análise da tarefa ‘levar caixas vazias para a zona de expedição’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2 .....	56
Tabela 31 – Descrição do PT2 – contentor B.....	57
Tabela 32 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor B .....	58
Tabela 33 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor B .....	58
Tabela 34 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor B com a EN 1005-2.....	58
Tabela 35 – Resultado da análise da tarefa ‘puxar carro logístico cheio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2 .....	59
Tabela 36 – Resultado da análise da tarefa ‘empurrar carro logístico vazio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2 .....	59
Tabela 37 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2.....	59
Tabela 38 – Descrição do PT2 – contentor E.....	60
Tabela 39 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor E .....	60
Tabela 40 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor E .....	61
Tabela 41 – Resultado global da análise da tarefa ‘colocação das caixas cheias no contentor’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH .....	61
Tabela 42 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocação das caixas cheias no contentor’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH.....	62
Tabela 43 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocar caixas no contentor – 1º nível’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH .....	62
Tabela 44 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor E com a EN 1005-02 .....	62
Tabela 45 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor E com a ISO 11228-2.....	63
Tabela 46 – Resultado global ponderado da aplicação da EAWS ao posto de trabalho 2 .....	63
Tabela 47 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT3 através da aplicação da checklist interna.....	65

Tabela 48 – Resultado global da análise das tarefas de MMC do contentor F com a equação NIOSH .....	65
Tabela 49 – Resultados da análise detalhada das tarefas de MMC do contentor F com a equação NIOSH.....	66
Tabela 50 – Descrição do PT6 .....	67
Tabela 51 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT6 através da aplicação da checklist interna.....	67
Tabela 52 – Resultados da aplicação do método OCRA checklist ao PT6 .....	68
Tabela 53 – Descrição do PT13 .....	69
Tabela 54 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT13 através da aplicação da checklist interna.....	69
Tabela 55 – Resultados da aplicação do método OCRA checklist ao PT13 .....	69
Tabela 56 – Comparação entre os resultados dos diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT aplicados .....	71
Tabela 57 – Peso, altura e IMC dos operadores .....	72
Tabela 58 – Antiguidade dos operadores na empresa e na secção de embalagem.....	73
Tabela 59 – Comparação entre os resultados obtidos com a aplicação do NMQ e da MARZC.....	77
Tabela 60 – Estudo de tempos das operações de transporte de material de/para o PT2 .....	80
Tabela 61 – Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material de/para o PT2 .....	81
Tabela 62 – Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores.....	81
Tabela 63 – Custo do material (cantoneiras e cintas) por contentor .....	85
Tabela 64 – Lista de desvios encontrados e respetivas ações corretivas propostas .....	85
Tabela 65 – Impacto das melhorias propostas para os PT1, PT2 e PT6 avaliado com a MARZC ..	91
Tabela 66 – Esquemas de rotação de postos de trabalho para o turno 1 .....	94
Tabela 67 – Esquemas de rotação de postos de trabalho para o turno 2 .....	95
Tabela 68 – Estudo de tempos das operações de transporte de material de/para o PT2 com recurso a carros de transporte .....	97
Tabela 69 – Impacto das melhorias propostas na operação de transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Desequilíbrio entre as solicitações biomecânicas e as capacidades individuais do trabalhador e a sua relação com os intervalos de recuperação .....	8
Figura 2 – Metodologia adotada na investigação.....	36
Figura 3 – Causas do absentismo verificado na empresa no ano de 2015 .....	41
Figura 4 – Layout da secção de embalagem .....	42
Figura 5 – Distribuição dos postos de trabalho da secção pelas categorias .....	43
Figura 6 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT1 .....	46
Figura 7 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT1 .....	49
Figura 8 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT2 .....	50
Figura 9 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT2 .....	64
Figura 10 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT3 .....	64
Figura 11 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT6 .....	67
Figura 12 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT6 .....	68
Figura 13 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT13 .....	69
Figura 14 – Distribuição dos operadores por classes etárias.....	72
Figura 15 – Níveis de ansiedade ou stress sentidos pelas operadoras.....	73
Figura 16 – Caracterização da pressão temporal sentida pelas operadoras.....	74
Figura 17 – Percentagens de desconforto por zona corporal, período temporal e prevalência do absentismo.....	75
Figura 18 – Intensidade do incómodo, fadiga ou dor sentidos durante os últimos 12 meses nos diferentes segmentos corporais .....	76
Figura 19 – Local de entrada de componentes, zona de expedição e local de arrumação do porta-paletes .....	79
Figura 20 – Diagrama de spaghetti representativo da operação de transporte dos componentes para o PT2.....	79
Figura 21 – Diagrama de spaghetti representativo das operações de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT2 para a zona de expedição.....	80
Figura 22 – Diagrama de fluxo de processo para a operação de abastecimento de papel PADPAK82	
Figura 23 – Ilustração de um contentor cintado .....	83
Figura 24 – Diagrama de fluxo de processo para a operação de cintagem de contentores .....	85
Figura 25 – Ilustração das divisórias de cartão (vista de cima) .....	92
Figura 26 – Diagrama de spaghetti representativo da operação de transporte dos componentes para o PT2 com recurso a carros de transporte .....	96

Figura 27 – Diagrama de spaghetti representativo das operações de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT2 para a zona de expedição com recurso a carros de transporte.....	96
Figura 28 – Desenho do carro proposto para o armazenamento e transporte do papel PADPAK ..	98

## LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AESST – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

BDC – Body Discomfort Chart

BPSS – Body Parts Symptom *Survey*

CPQ – Chronic Pain Questionnaire

CTD – Cumulative Trauma Disorders

DMQ – Dutch Musculoskeletal Questionnaire

EAWS – Ergonomic Assessment Worksheet

EPI – Equipamento de proteção individual

ERPM – Evaluación Específica de Riesgos por Posturas y Movimiento

EU-27 – Europa a 27 países

EWCS – European Working Conditions Survey

HFE – Human Factors and Ergonomics

IEA – Associação Internacional de Ergonomia

IGEL – Integrated Calculation of the Load Limits

IMC – Índice de massa corporal

INSAT – Inquérito Saúde e Trabalho

JIT – Just-In-Time

LER – Lesões por Esforços Repetitivos

LME – Lesões músculo-esqueléticas

LMEMS – Lesões músculo-esqueléticas dos membros superiores

LMEMSRT – Lesões músculo-esqueléticas dos membros superiores relacionadas com o trabalho

LMERT – Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho

LP – Lean Production

LPS – Lean Production System

MARZC – Metodologia de Avaliação de Risco por Zona Corporal

MMC – Manipulação manual de cargas

MTM – Methods Time Measurement

NIOSH'91 – Revised NIOSH Lifting Equation

NMQ – Nordic Musculoskeletal Questionnaire

OCRA – Occupational Repetitive Actions

OMS – Organização Mundial de Saúde  
OOS – Occupational Overuse Syndrome  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNCDR – Plano Nacional Contra as Doenças Reumáticas  
PROUD – Prevalence of Rheumatic Occupational Diseases  
PT – Posto de trabalho  
REBA – Rapid Entire Body Assessment  
RPT – Rotação de postos de trabalho  
RSI – Repetitive Strain Injuries  
RULA – Rapid Upper Limb Assessment  
SI – Strain Index  
SME – Sintomatologia músculo-esquelética  
TPS – Toyota Production System

# 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

## 1.1. Motivação

Os avanços da ciência e da tecnologia, juntamente com o crescimento da atividade industrial, resultaram em mudanças profundas nas tensões biomecânicas e psicossociais às quais os trabalhadores são expostos, afetando o seu sistema músculo-esquelético. Neste sentido, as LMERT (lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho) surgem como a doença ocupacional mais frequente na Europa, afetando trabalhadores de todos os setores de atividade (EASHW, 2007; Schneider, Irastorza, & Copsey, 2010), e consistindo numa das prioridades da área da Segurança e Saúde Ocupacional, como estipulado pela AESST (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho; EASHW, 2013), entre 2013 e 2020.

A OMS (Organização Mundial de Saúde) definiu as LMERT como uma doença de natureza multifatorial - daí a grande controvérsia existente acerca deste tema -, em que o ambiente de trabalho (condições de trabalho) e o desempenho do trabalho (atividade de trabalho) contribuem significativamente para a sua origem (Schneider *et al.*, 2010; Serranheira, Uva, & Lopes, 2008). Além dos fatores de risco relacionados com a atividade de trabalho, destacam-se os individuais e os organizacionais/psicossociais (AESST, 2007a). Estas patologias são caracterizadas por lesões de estruturas corporais, como músculos, articulações, tendões, ligamentos, nervos, ossos e cartilagens, podendo afetar os membros superiores e inferiores, e a região lombar (Nunes & Bush, 2012). Embora não seja, ainda, claro até que ponto as LME (lesões músculo-esqueléticas) são causadas pelo trabalho, o seu impacto no desempenho da atividade profissional por parte dos trabalhadores é notável. Estas afetam a sua saúde a nível individual e aumentam os custos empresariais e sociais das empresas, diminuindo a produtividade e causando absentismo por doença e incapacidade profissional crónica (AESST, 2008; Buckle & Devereux, 2002; European Commission, 2010; NRC/IOM, 2001; Perosh, 2012).

As LMERT são causadas, principalmente, pela exposição a atividades de MMC (manipulação manual de cargas), trabalho que exija um grande esforço físico, posturas penosas e estáticas, repetição de movimentos e vibrações. Da mesma forma, deve prestar-se atenção à “falta de atividades físicas” durante a jornada de trabalho - decorrente da crescente utilização de ecrãs de visualização e sistemas automatizados -, que resulta na adoção de uma postura sentada prolongada no local de trabalho e tem vindo a ser identificada pela AESST como um risco emergente (AESST, 2005). Como reportado, também, pela AESST (EASHW, 2007), o risco de desenvolvimento de LMERT é incrementado com o aumento do ritmo de trabalho, baixos níveis de satisfação com a atividade desempenhada, *stress* e ambientes frios.

As LME estão difundidas em muitos países, quer desenvolvidos quer em vias de desenvolvimento (Polajnar, Leber, & Herzog, 2010), constituindo uma grande proporção de todas as doenças relacionadas com o trabalho registadas e/ou com custos de compensação. Vários autores (Buckle & Devereux, 1999; Coelho, 2000; Cunha-Miranda, Carnide, & Lopes, 2010; Punnett & Wegman, 2004; Roquelaure *et al.*, 2006) fazem referência à dificuldade na obtenção de dados precisos acerca da incidência e prevalência das LMERT, e na comparação entre as estatísticas oficiais dos diferentes países, devido à ausência de uniformidade nos critérios para a definição de doença profissional e, dentro desta, do que se entende por LMERT, impedindo o conhecimento da verdadeira dimensão do problema e dificultando a avaliação do impacto do trabalho sobre a saúde da população ativa (Cunha-Miranda *et al.*, 2010). Não obstante, as patologias músculo-esqueléticas representam a maior categoria de doenças relacionadas com o trabalho, representando mais de um terço de todas as doenças ocupacionais registadas nos Estados Unidos, nos países nórdicos e no Japão (NRC/IOM, 2001). Da mesma forma, vários estudos epidemiológicos europeus registaram uma incidência de mais de 30% (por exemplo: Farioli *et al.*, 2014; McBeth & Jones, 2007).

Segundo o Sexto Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho (EWCS – *European Working Conditions Survey*; Eurofound, 2017) realizado no ano de 2015, o problema de saúde mais reportado pelos inquiridos foram as dores de costas (43%), seguidas pelas dores musculares no pescoço e nos



membros superiores (42%). A prevalência de sintomas músculo-esqueléticos (SME) nos membros inferiores é menor (cerca de 29%), todavia, igualmente significativa.

O primeiro estudo epidemiológico nacional, intitulado estudo PROUD (*Prevalence of Rheumatic Occupational Diseases*; Cunha-Miranda *et al.*, 2010) e desenvolvido entre 2006 e 2009, verificou uma prevalência de LMERT significativa, com, aproximadamente, 6% dos trabalhadores portugueses a revelarem a existência de lesões de cariz músculo-esquelético clinicamente relevantes. As cervicalgia, lombalgia e raquialgia foram as lesões mais reportadas. De acordo com a ACT (2013), as patologias músculo-esqueléticas são uma das principais causas de doenças profissionais em Portugal, estimando-se que, no ano de 2010, 81% das doenças profissionais registadas se referiram a LMERT.

Nos últimos anos, tem-se vindo a verificar um esforço crescente na investigação das causas das LMERT e na implementação de medidas preventivas. No entanto, o diagnóstico do risco destas lesões, nomeadamente os critérios de identificação dos fatores de risco e de análise e quantificação do risco, apresentam algumas lacunas e não são consensuais entre os investigadores (Spielholz, Silverstein, Morgan, Checkoway, & Kaufman, 2001). A necessidade de monitorizar e antecipar a possibilidade de ocorrência de LMERT passa pela prevenção e pela existência de um conjunto de procedimentos, designado na literatura como «programa ergonómico de prevenção de LME»: (1) análise do trabalho; (2) avaliação e controlo do risco de LME; (3) vigilância da saúde do trabalhador; (4) acompanhamento médico; e (5) formação e educação do trabalhador (NIOSH, 1995, citado por Serranheira *et al.*, 2003). A aplicação de métodos de avaliação de risco ergonómico enquadra-se nos dois primeiros procedimentos, já que é necessária uma detalhada análise das ações desempenhadas pelos operadores na execução de uma dada tarefa para se conseguir conduzir uma correta avaliação da mesma (Fonte, Costa, & Pimentel, 2016a).

A incidência e prevalência de LMERT podem ser reduzidas se os postos de trabalho forem desenhados com ênfase no conforto e na segurança do trabalhador (Silverstein & Clarck, 2004), e é aqui que surge a Ergonomia, que, desde a sua origem, tem vindo a ser orientada para a adaptação do trabalho ao homem. Um posto de trabalho ergonómico pode ser definido como um local onde os equipamentos e as ferramentas estão dispostos de forma a que os trabalhadores consigam desempenhar as suas tarefas corretamente (Hembecker *et al.*, 2015), que minimiza a adoção de posturas estáticas, permite que o operador adote diferentes posições de trabalho ao longo do dia e garante um fluxo lógico do processo de trabalho (Das *et al.*, 1996, e Eklund, 1997, citados por Hembecker *et al.*, 2015). No entanto, os postos de trabalho industriais são, frequentemente, projetados indevidamente, resultando numa diminuição da performance e da produtividade, e aumentando o risco para a saúde dos trabalhadores.

As intervenções ergonómicas podem assumir um papel importante na melhoria da saúde músculo-esquelética dos trabalhadores. Uma das principais razões que contribui para o insucesso das intervenções deve-se ao facto de estas incidirem apenas sobre alguns dos fatores de risco, ignorando o problema básico, isto é, a conceção do sistema de trabalho (Winkel & Mathiassen, 1994, e Winkel & Westgaard, 1992, citados por Cunha-Miranda *et al.*, 2010).

Nos dias de hoje, torna-se indispensável para as empresas a aplicação de metodologias e técnicas que lhes permitam competir e enfrentar os desafios de um mercado cada vez mais exigente. O LPS (*Lean Production System*) é uma das metodologias mais utilizadas, consistindo num modelo organizacional de produção que procura a redução dos custos e a criação de valor através da eliminação dos desperdícios (*muda*) em toda a cadeia de valor (Liker & Meier, 2006). De acordo com os princípios do LPS, ações como (1) a flexão do tronco, (2) a repetição de posturas penosas, e (3) as movimentações desnecessárias dos trabalhadores, são consideradas sobrecargas (*muri*) e, como tal, devem também ser eliminadas (Arezes, Dinis-Carvalho, & Alves, 2015). Neste sentido, Bittencourt, Alves, & Arezes (2011) defendem que entre o LPS e a disciplina de Ergonomia existe uma forte relação de sinergia que contribui para o bem-estar dos trabalhadores e para o desempenho global da empresa. Qualquer implementação do LPS que não reduza o *muri* não representa o “verdadeiro espírito” desta filosofia de produção (Arezes *et al.*, 2015).

Na literatura científica, existe uma grande controvérsia acerca da relação entre o LPS e a Ergonomia, e, consequentemente, as LMERT. Se, por um lado, é possível encontrar publicações (Gilkinson,

2007; Hunter, 2002; Hunter, 2008) que defendem os efeitos positivos de uma correta implementação do LPS na saúde dos trabalhadores, incluindo a redução do risco de desenvolvimento de LMERT, por outro, são inúmeros os autores que salientam os aspetos negativos do LPS nas condições ergonómicas dos postos de trabalho (Brännmark & Håkansson, 2012; Eklund & Berglund, 2007; Nunes & Cruz-Machado, 2007; Womack, Armstrong, & Liker, 2009).

A embalagem é considerada uma das principais etapas dos processos de produção modernos (Azizi *et al.*, 2016), consistindo num processo manual na maioria das indústrias. Desta maneira, atividades físicas caracterizadas pela MMC, repetição de movimentos e a adoção de posturas incorretas e/ou estáticas, são frequentes em linhas de embalagem, que são, assim, propensas ao desenvolvimento de LMERT por parte dos trabalhadores (Ghasemkhani, Mahmudi, & Jabbari, 2008). Todavia, não são conhecidos estudos portugueses relevantes sobre o risco de LMERT das atividades de embalagem e o seu impacto na SME dos trabalhadores. A nível internacional, o conhecimento científico existente é, igualmente, escasso.

Tendo em consideração tudo o que até aqui foi referido, considera-se pertinente o estudo e a melhoria das condições ergonómicas e a otimização dos processos de uma secção de embalagem.

## **1.2. Objetivos**

Os principais objetivos deste trabalho consistem (1) na avaliação e proposta de melhorias das condições ergonómicas, e (2) no aumento da eficiência dos processos, através da redução dos desperdícios, de uma secção de embalagem. Consequentemente, advém a diminuição do risco de desenvolvimento de LMERT por parte dos trabalhadores. Destes objetivos derivam os seguintes objetivos específicos:

- Avaliação do risco de LMERT global de todas as atividades de trabalho da secção;
- Avaliação do risco de LMERT por zona corporal de todas as atividades de trabalho da secção;
- Comparação entre os resultados obtidos com os diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT;
- Caracterização da SME autorreferida dos trabalhadores da secção;
- Comparação entre as referências sintomatológicas dos trabalhadores e os resultados obtidos com a aplicação do método de avaliação de risco de LMERT por zona corporal;
- Análise dos desperdícios existentes nos processos da secção;
- Proposta de ações para a melhoria das condições ergonómicas dos postos de trabalho da secção e avaliação do seu impacto no risco de LMERT;
- Proposta de ações para a redução de desperdícios *muda* e *muri* dos processos da secção e avaliação do seu impacto;
- Elaboração de um plano de rotação de postos de trabalho.

## **1.3. Descrição do trabalho**

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. Após o presente capítulo, onde se introduz e contextualiza o tema de estudo, e se apresentam os principais objetivos do trabalho, seguem-se mais cinco capítulos. O segundo capítulo expõe o estado da arte, começando por apresentar a disciplina científica de Ergonomia. De seguida, aborda-se a temática das LMERT, através da apresentação de (1) considerações gerais, (2) prevalência das LMERT a nível nacional, e em atividade de MMC e de embalagem, (3) fatores de risco comumente associados, (4) métodos de avaliação de risco, e (5) estratégias de prevenção. O capítulo termina com uma reflexão sobre a relação entre o LPS e a Ergonomia. O terceiro capítulo foca-se na metodologia adotada nesta investigação, descrevendo brevemente os métodos e os materiais utilizados. No capítulo seguinte são apresentados e discutidos os resultados obtidos, sendo também referidas as dificuldades com que este estudo se deparou e as suas consequentes limitações. No sexto e último capítulo, são apresentadas as principais conclusões e algumas propostas para trabalhos futuros.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. Ergonomia

O termo Ergonomia provém dos termos gregos *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis, regras), podendo esta disciplina ser simplesmente definida como a “ciência do trabalho” (Montmollin & Darses, 2011). Apesar do relato existente relativo ao aparecimento da Ergonomia após a II Guerra Mundial, a sua origem oficial data de 1949, ano em que se deu a fundação da primeira sociedade de Ergonomia do mundo - Ergonomic Research Society (Iida, 2005; Silva & Paschoarelli, 2010) -, segundo a qual esta ciência é “*o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento*” (Iida, 2005, p. 2).

Por sua vez, no ano de 2000, a Associação Internacional de Ergonomia (IEA), fundada em 1961, definiu a Ergonomia como “*a disciplina científica relacionada com a compreensão da interação existente entre os seres humanos e os outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos para desenhar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global de um sistema*” (IEA, 2016).

A base das duas definições apresentadas acima é a mesma, contudo, a IEA considera ainda o exercício da profissão por parte de todos os praticantes de ergonomia e ergonomistas, que desenham e avaliam tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, com o intuito de os tornar compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações do Homem.

Para Iida (2005), a Ergonomia consiste, essencialmente, no estudo da adaptação do trabalho (aspetos físicos, ambientais e organizacionais) ao homem, e não o contrário, pois, além de ser muito complexo, poderia resultar em condições adversas de trabalho. Efetivamente, esta disciplina visa, em primeiro lugar, reduzir a fadiga, o *stress*, os erros e os acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores. Como consequência virá o aumento da eficiência, da produtividade (Bridger, 2003; Iida, 2005; Serranheira, Uva e Sousa, 2010) e da qualidade do sistema produtivo (Getty, Abbot, & Getty, 1995, citados por Drury, 2003).

Serranheira *et al.* (2010; p. 60) afirmam que a Ergonomia é “*tão antiga quanto o mais vetusto antepassado do homem*”, tendo, desde sempre, feito parte da relação entre o Homem e o meio envolvente. Neste seguimento, Iida (2005) sugere que, provavelmente, a utilização desta disciplina começou com o primeiro homem pré-histórico que escolheu uma pedra para usar como arma com o formato que melhor se adaptou à forma e aos movimentos da sua mão. No entanto, foi durante a Revolução Industrial, ocorrida a partir do século XVIII, que despoletou a necessidade de adaptar as atividades ocupacionais às capacidades do ser humano, devido ao surgimento das primeiras fábricas, que não ofereciam condições de salubridade aos trabalhadores.

Na literatura distinguem-se duas correntes principais da Ergonomia. A primeira, adotada por Keith Frank Hywel Murrell e centrada nas características dos operadores humanos, surge ainda no ano de 1949, considerando a Ergonomia como a descrição das capacidades dos seres humanos que efetuam tarefas motoras e cognitivas (Montmollin & Darses, 2011). Aqui, adaptar o trabalho ao homem significava “*conceber o trabalho de maneira a que o homem nele encaixasse corretamente*” (Serranheira *et al.*, 2010, p. 61). É também conhecida como a Ergonomia dos fatores humanos (*Human Factors*) e por ser mais americana. Em 1995, com a obra “*Analyse du travail*” de Ombredanne e Faverge nasce outra corrente da Ergonomia, mais europeia, designada simplesmente por *Ergonomics* (Montmollin & Darses, 2011; Serranheira *et al.*, 2010). Nesta abordagem o trabalho é analisado como um processo onde interagem o operador, um ator capaz de iniciativas e reações, e o seu meio sociotécnico, igualmente evolutivo e transformável. Assim, enquanto a primeira é orientada para a conceção de dispositivos técnicos, a mais recente é orientada para a melhoria global da situação de trabalho. Para Montmollin & Darses (2011), as correntes são complementares e, por essa razão, o ergonomista deve saber tirar partido das duas. Atualmente verifica-se uma tentativa de interligação destas perspetivas, dando origem à *HFE - Human Factors and Ergonomics*.

Devido à sua abrangência de atuação e evolução constante, a Ergonomia apresenta os seguintes domínios de especialização, que representam competências mais profundas em atributos específicos do Homem ou em características da interação do Homem com o sistema envolvente (IEA, 2016):

- Ergonomia física – foca-se no estudo das características e capacidades físicas do ser humano relacionadas com a atividade física, sendo suportada pelas áreas de anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica. Os tópicos mais relevantes incluem as posturas de trabalho, o manuseamento de materiais, a repetitividade de movimentos, as lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT), o *layout* do posto de trabalho, a segurança e a saúde dos trabalhadores;
- Ergonomia cognitiva – dedica-se ao estudo dos processos mentais (como a perceção, a memória, o raciocínio e a resposta motora) que afetam as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema. Os tópicos mais importantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, a tomada de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-computador, a fiabilidade humana, o *stress* relacionado com o trabalho e a formação;
- Ergonomia organizacional – centra-se na otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo as suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos mais relevantes incluem a comunicação, a gestão de recursos de equipas, a conceção do trabalho, a organização do tempo de trabalho, o trabalho em equipa, a ergonomia participativa, os novos paradigmas do trabalho, as organizações virtuais, o teletrabalho e a gestão da qualidade.

Esta disciplina estuda diversos aspetos do trabalho relacionados com o sistema homem-máquina. Desta maneira, de acordo com Iida (2005), existem elementos importantes que devem ser analisados no projeto de sistemas, tais como:

- O homem (as suas características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais, e a influência do sexo, idade, treino e motivação);
- A máquina (equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações);
- O ambiente físico (fatores como a temperatura, ruído, vibrações, luz, gases e outros);
- A informação (comunicação entre os elementos do sistema, transmissão de informações, o seu processamento e a tomada de decisões);
- A organização (questões como os horários, turnos de trabalho e formação de equipas);
- As consequências do trabalho (erros, acidentes, gastos energéticos, fadiga e *stress*).

É importante salientar que a Ergonomia deve estar presente desde as primeiras etapas do projeto.

No que diz respeito às aplicações da Ergonomia, inicialmente, estas restringiam-se aos setores industrial, militar e espacial, tendo, recentemente, expandido para a agricultura, o setor dos serviços e até para a vida quotidiana do Homem. Segundo Iida (2005), as operações industriais podem ser melhoradas ao nível da eficiência, fiabilidade e qualidade em virtude: (1) do aperfeiçoamento do sistema homem-máquina, (2) da organização do trabalho, e (3) da melhoria das condições físicas do trabalho.

De seguida, destacam-se os princípios ergonómicos mais relevantes para o *design* de um posto de trabalho saudável, de acordo com Konz & Johnson (2004), citados por Walder, Karlin & Kerk (2007):

- Evitar manter uma postura estática durante um longo período de tempo;
- Promover a utilização de posturas articulares neutras;
- Utilizar as medidas antropométricas da população trabalhadora para localizar a área de trabalho, as peças, as ferramentas e os dispositivos de controlo;
- Providenciar postos de trabalho ajustáveis e ferramentas de diferentes tamanhos;
- Quando possível, proporcionar a utilização de assentos ajustáveis e apoios para os membros superiores, inferiores e coluna;
- Utilizar não só os membros superiores, mas também os inferiores;
- Usufruir da gravidade;
- Permitir a utilização da “zona de poder” do corpo humano (entre o cotovelo e o meio da coxa, o mais próximo possível do corpo) para a manipulação de cargas;
- Garantir condições de trabalho para uma ampla variedade de trabalhadores, nomeadamente no que diz respeito às medidas antropométricas, força e capacidades cognitivas.

Com o intuito de aplicar estes princípios, foram criados diversos dispositivos de apoio, tais como: carros de transporte, plataformas elevatórias e/ou basculantes, sistemas de manipulação de cargas, bancadas de trabalho ajustáveis, cadeiras e encostos ajustáveis, sistemas para inverter a posição e rodar paletes e dispositivos de amortecimento de vibrações.

Muitas empresas ainda se mostram resistentes à aplicação desta disciplina, pois vêem-na apenas como mais uma despesa. Isto acontece, em parte, devido ao facto de os benefícios advindos da Ergonomia não serem facilmente quantificáveis, tornando a análise custo-benefício complexa (Iida, 2005). Relativamente aos custos, estes são facilmente apuráveis (por exemplo, investimento em máquinas, equipamentos que auxiliem as pessoas na execução do seu trabalho e formação). Já os benefícios podem ser de difícil mensuração (como a diminuição da taxa de absentismo por doença ocupacional ou devido a acidentes de trabalho) ou mesmo intangíveis (como o aumento do nível de satisfação, conforto e motivação dos trabalhadores e a redução do *turnover*). Por sua vez, os aumentos de produtividade e qualidade conseguem ser facilmente estimados.

A Ergonomia é uma disciplina jovem, em constante evolução, difundida em praticamente todos os países do mundo. Hoje em dia, observam-se inúmeras instituições de ensino e de investigação a debruçarem-se sobre esta área, o que é bastante positivo, pois muitas questões ainda não obtiveram resposta. Para Iida (2005), a Ergonomia existirá enquanto o ser humano continuar a ver comprometida a sua saúde e bem-estar em consequência do desempenho da sua atividade profissional.

## 2.2. Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT)

### 2.2.1. Considerações gerais

As dores, o desconforto e a perda de funcionalidade da região dorso-lombar, da região cervical e dos membros superiores e inferiores são perturbações geralmente designadas pelo nome de lesões músculo-esqueléticas (LME; AESST, 2008). Segundo Punnett & Wegman (2004), estas manifestam-se por alterações ao nível dos músculos, nervos, tendões, ligamentos, articulações e cartilagens, abrangendo situações inflamatórias e degenerativas que afetam o sistema músculo-esquelético. Quando as LME são induzidas ou agravadas pela atividade trabalho e pelas circunstâncias em que esta é desenvolvida intitulam-se de Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT; Schneider *et al.*, 2010).

Na literatura científica, o conceito de LMERT não é consensual, pois os diferentes grupos de investigação divergem relativamente à origem destas patologias. Nunes & Bush (2012) e Serranheira *et al.* (2008) apresentam algumas das designações frequentemente utilizadas (exemplos: CTD – Cumulative Trauma Disorders; RSI – Repetitive Strain Injuries; LER – Lesões por Esforços Repetitivos; OOS – Occupational Overuse Syndrome). Bush (2011) defende que as definições adotadas permitem que a comunidade científica compreenda como lidar com as lesões, fornecendo informações que os engenheiros podem usar para desenhar processos e equipamentos que mitiguem os fatores de risco. Ao longo deste trabalho, utilizar-se-á a terminologia de LMERT, a mais usual na área da Medicina, que toca em dois pontos-chave: (1) o sistema do corpo humano onde incidem as lesões (músculo-esquelético), e (2) a sua origem (atividade profissional). Esta designação engloba as situações patológicas em que os fatores de risco profissionais contribuem para a etiologia, predisposição ou agravamento da doença ou lesão (Carnide, 2006).

Já no século XVIII, o médico italiano Bernardino Ramazzini, conhecido como o pai da Medicina Ocupacional, defendia a existência de uma relação entre as LME e a atividade profissional (Putz-Anderson, 1988; Sluiter, Rest, & Frings-Dresen, 2001). Todavia, até à primeira metade do século XX, pouca atenção foi dada às LMERT (Colombini & Occhipinti, 2006). Desde então, estas têm-se tornado num dos interesses centrais da comunidade de saúde ocupacional, consistindo nas patologias que mais afetam os trabalhadores europeus e numa das principais causas de absentismo (PEROSH, 2012).

As LMERT caracterizam-se pelos seguintes sintomas (Uva, Carnide, Serranheira, Miranda, & Lopes, 2008): (1) dor localizada (ou irradiada); (2) desconforto; (3) fadiga localizada em determinado segmento corporal; (4) parestesias; (5) sensação de peso; e (6) sensação ou mesmo perda de força. Quando as situações clínicas evoluem para a doença crónica, pode também surgir um edema da zona afetada e/ou hipersensibilidade a estímulos, como, por exemplo, as diferenças de temperatura. Segundo Serranheira *et al.* (2008), esta sintomatologia varia consoante o quadro clínico existente e o seu estágio, ainda que a dor esteja presente na grande maioria das situações. Por norma, os sintomas surgem gradualmente, agravando-se no final do dia de trabalho ou durante os picos de produção e melhorando durante as pausas ou o repouso e nos períodos de descanso, tais como os fins-de-semana ou as férias (Serranheira, Lopes, & Uva, 2005). Desta maneira, a recorrência ao absentismo permite, igualmente, aliviar a SME.

Os sintomas de dor e desconforto são comuns a outras patologias, dificultando o diagnóstico das LMERT, que podem ser confundidas com outras doenças. Neste sentido, Coelho (2000) sugere que mais de 60% das LMERT não são diagnosticadas. Adicionalmente, Bush (2011) afirma que o facto de os sintomas demorarem um longo período de tempo para se manifestar contribui, também, para a dificuldade de identificação das LMERT. Esta situação conduz a uma exposição continuada aos fatores de risco que potenciam o aparecimento das lesões, tornando os sintomas, inicialmente intermitentes, gradualmente persistentes, manifestando-se durante a noite e nos períodos de repouso (Uva *et al.*, 2008). Segundo os autores, a sintomatologia passa a interferir não só com a capacidade de trabalho, mas também com atividades simples do quotidiano.

A maioria das LMERT são lesões cumulativas que resultam da exposição repetida a esforços, mais ou menos intensos, ao longo de um período de tempo prolongado, porém, podem também ter a forma

de traumatismos agudos, tais como fraturas causadas por acidentes (AESST, 2007a). As condições de risco para o desenvolvimento destas patologias estão presentes em muitas atividades profissionais, destacando-se as tarefas que implicam movimentos altamente repetitivos, esforços excessivos, posturas articulares extremas, trabalho estático e vibrações (Nunes & Bush, 2012; Schneider *et al.*, 2010; Waddell & Burton, 2001). De acordo com Serranheira *et al.* (2010), as lesões são fruto de um desequilíbrio entre as solicitações biomecânicas e as capacidades funcionais do trabalhador, dado que os intervalos de recuperação necessários são insuficientes ou mesmo inexistentes (Figura 1). Os fatores de risco de LMERT são frequentemente associados ao trabalho, no entanto, estes também se verificam em determinadas atividades domésticas e desportivas (Punnett & Wegman, 2004; Serranheira & Uva, 2002). Outros fatores de risco são apontados como intervenientes no desenvolvimento destas lesões, nomeadamente os individuais, conhecidos como co-fatores de risco, e os organizacionais/psicossociais (Uva *et al.*, 2008), contribuindo para a sua matriz etiológica multifatorial (NRC/IOM, 2001).

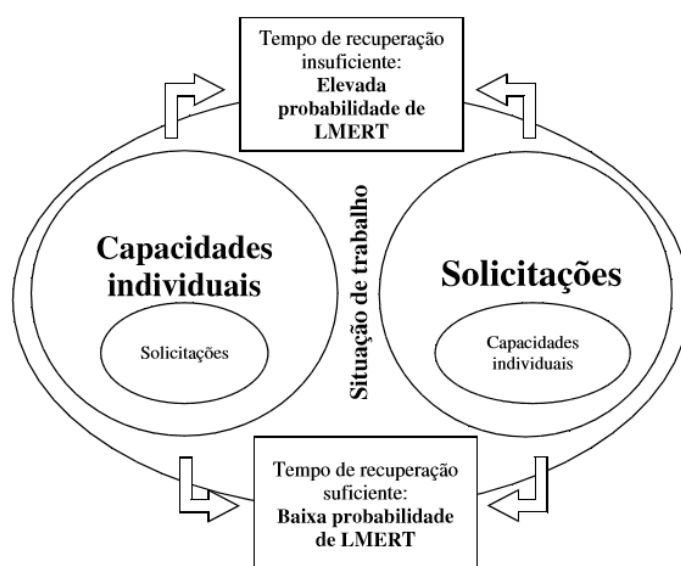


Figura 1 – Desequilíbrio entre as solicitações biomecânicas e as capacidades individuais do trabalhador e a sua relação com os intervalos de recuperação (Fonte: Uva *et al.*, 2008)

Diversos autores (AESST, 2007a; Bernard, 1997; Bevan *et al.*, 2009; Punnett & Wegman, 2004; Uva *et al.*, 2008) indicam as regiões do pescoço, costas e membros superiores, como as mais afetadas pelas LMERT.

No que diz respeito às lesões mais comuns, Álvarez-Casado, Hernández-Soto, & Sandoval (2009), Nunes & Bush (2012), Pombeiro (2011) e Serranheira *et al.* (2005), apresentam-nas, classificando-as de acordo com as estruturas anatómicas e as regiões corporais afetadas. A tendinite, a síndrome do túnel cárpico, a raquialgia e a osteoartrite, são alguns exemplos.

Além do sofrimento e das perdas de rendimento a nível pessoal, as lesões músculo-esqueléticas acarretam custos para as empresas e economias nacionais (AESST, 2007a; Bernard, 1997; Brooks, 2006; EASHW, 2008; Lucas & Monjardino, 2010; Nunes & Bush, 2012). Estes custos podem classificar-se como diretos (custos com tratamentos médicos, medidas de prevenção ou indemnizações aos trabalhadores) e indiretos (todos os custos que advêm das perdas de produtividade e qualidade) (Baldwin, 2004; Hagberg, Kuorinka, & Forcier, 1995; PEROSH, 2012; Schneider *et al.*, 2010). Estudos efetuados nos países nórdicos estimaram o custo com as LME entre 0,5 e 2% do Produto Interno Bruto (Buckle & Devereux, 1999). Posteriormente, o Instituto Federal Alemão para a Segurança e Saúde Ocupacional determinou a perda de produtividade resultante da ocorrência destas lesões, tendo obtido resultados na ordem dos 0,59% do PIB, no ano de 2002, e

0,4%, em 2004 e 2006 (Schneider *et al.*, 2010). Em 2005, um estudo holandês anunciou um custo total anual de 2,1 mil milhões de euros derivado de LMEMS (lesões músculo-esqueléticas dos membros superiores; Blatter *et al.*, 2005). Na França, no ano de 2006, as LMERT conduziram a 7 milhões de dias de trabalho perdidos, que se traduziram num custo de 710 milhões de euros para as empresas (Schneider *et al.*, 2010). Buckle & Devereux (1999) ressaltam a dificuldade na determinação e comparação da verdadeira extensão dos custos resultantes das LMERT nos países europeus, o que pode resultar das diferenças verificadas na organização dos diversos sistemas de seguros e da falta de critérios de avaliação uniformes. Os investigadores acrescentam ainda que não existe uma garantia da validade dos dados reportados.

De acordo com Lucas & Monjardino (2010), a elevada prevalência das LME e, consequentemente, o seu grande impacto a nível individual e populacional resultam da combinação entre a elevada incidência, a baixa letalidade e a reduzida probabilidade de cura. O Sexto Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho, conduzido no ano de 2015 em 35 países europeus (EU-28, Noruega, Suíça, Albânia, Macedónia, Montenegro, Sérvia e Turquia), revela que (1) 43% dos trabalhadores se queixam de dores nas costas, (2) 42% de dores no pescoço ou nos membros superiores, e (3) 29% de dores nas ancas ou nos membros inferiores (Eurofound, 2017). A agricultura consiste na atividade profissional em que predominam os sintomas músculo-esqueléticos dos trabalhadores.

Ao longo dos anos, as dores nas costas têm sido o problema de saúde mais reportado pela população trabalhadora na Europa, tendo atingindo o seu pico em 2010 (Eurofound, 2012; Eurofound, 2017; Paoli & Merllié, 2001; Parent-Thirion, Macías, Hurley, & Vermeulen, 2007). De 2005 para 2010, constatou-se um aumento da incidência desta lesão em mais de 20% (Tabela 1).

A Comissão Europeia (European Commission, 2010) menciona que o sector da indústria transformadora é também um dos mais afetados pelas LMERT, um facto corroborado por vários estudos, onde foi encontrada uma elevada incidência de SME em trabalhadores do ramo industrial (Carnide, Veloso, Gamboa, Caldeira, & Frago, 2006; Eurofound, 2017; Ghaffari, Alipour, Jensen, Farshad, & Vingard, 2006; Joshi, Menon, & Kishore, 2001; Roquelaure *et al.*, 2002; Serranheira, Pereira, Santos, & Cabrita, 2003).

Tabela 1 – Prevalência de dores nas costas entre os trabalhadores europeus

Ano	1995	2000	2005	2010	2015
Prevalência de dores nas costas (%)	30	33	24,7	46,1	43

Fonte: Eurofound (2012); Eurofound (2017); Paoli & Merllié (2001); Parent-Thirion *et al.* (2007)

Desde o ano de 2000 que as LMERT, no contexto europeu, têm recebido muita atenção, sendo um dos temas de destaque para a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (AESST; EASHW, 2007). Muita informação acerca da prevenção de lesões músculo-esqueléticas e do controlo dos seus fatores de risco no local de trabalho pode ser encontrada no *website* da agência (EASHW, 2016). Complementarmente, a AESST tem desenvolvido diversas campanhas sobre este tópico e outros relacionados. A primeira ocorreu em 2000, intitulando-se “Não vires as costas às perturbações músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho” e tendo-se focado na gestão eficaz dos fatores de risco; mais tarde, em 2007, surgiu a campanha “Atenção! Mais carga não”, que promoveu a prevenção das LMERT e salientou a importância da reabilitação e reintegração dos trabalhadores afetados por estas patologias. Por sua vez, o tema de 2014-2015, “Locais de trabalho saudáveis contribuem para a gestão do *stress*”, está intimamente ligado com as LMERT, pois o *stress* é considerado um fator de risco psicossocial por diferentes autores (David, Woods, Li, & Buckle, 2008; Sherehiy, Karwowski, & Marek, 2004; Uva *et al.*, 2008; Werner, Franzblau, Gell, Ulin, & Armstrong, 2005).



### 2.2.2. Prevalência das LMERT em Portugal

Em Portugal, os dados sobre a prevalência das LMERT são escassos, o que, segundo Cunha-Miranda, Carnide, & Lopes (2010), se deve ao facto de as organizações responsáveis, nomeadamente a Segurança Social e as Instituições Seguradoras, não os tratarem de forma sistemática. Estas patologias estão incluídas na categoria de doenças provocadas por agentes físicos (Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de maio, alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de julho), particularmente, as vibrações e os agentes mecânicos, um grupo indiferenciado e amplo de doenças profissionais. Adicionalmente, os autores referem a dificuldade em estabelecer um diagnóstico preciso das LMERT. Tudo isto pode conduzir à subestimação da incidência destas lesões na população trabalhadora. Para Barroso & Gomes da Costa (2006) e Pinto *et al.* (2009), a informação existente relativa à ocorrência das LMERT a nível nacional não é fiável.

O Centro Nacional de Proteção contra os Riscos Profissionais é a única entidade integrada no sistema de Segurança Social com competência para proceder à certificação de doenças profissionais, abrangendo esta certificação o diagnóstico da doença, a sua caracterização como doença profissional e a classificação do grau de incapacidade decorrente da mesma (Lucas & Monjardino, 2010).

Dados revelados pelo Departamento de Gestão de Informação da Segurança Social revelam o aumento do número absoluto e do peso relativo das certificações de doenças profissionais, sem incapacidade, por manifestações clínicas de origem músculo-esquelética, entre 2003 e 2006 (Tabela 2). No período de 2004 a 2006, estas constituíram a principal causa para a emissão de certificados de Doença Profissional sem incapacidade, atingindo um peso de 62,5% em 2006. Por sua vez, as tendinites destacaram-se nos anos de 2003 e 2004 como a principal manifestação clínica responsável pela certificação de doenças profissionais com incapacidade (Tabela 3). Depois do pico observado em 2004, verifica-se um decréscimo do número total de certificados de Doença Profissional com incapacidade emitidos e do peso relativo das tendinites neste grupo, passando esta manifestação clínica a ser a quarta principal causa das certificações registadas no ano de 2006.

Tabela 2 – Número de Certificações de Doença Profissional, sem e com incapacidade, total e devidas a manifestações músculo-esqueléticas, entre 2003 e 2006

		2003	2004	2005	2006
Certificações de Doença Profissional sem incapacidade	Total (n)	823	1165	2110	1766
	Tendinites, tendossinovites e miotendossinovites crónicas, periartrite da escápulo-humeral, condilite e epicondilite estiloidite (n; %)	296 (36,0)	662 (56,8)	1274 (60,4)	1103 (62,5)
Certificações de Doença Profissional com incapacidade	Total (n)	1142	2023	1514	1811
	Tendinites (n; %)	321 (28,1)	751 (37,1)	201 (13,3)	164 (9,1)

Fonte: Lucas & Monjardino (2010)

No ano de 2008, as doenças músculo-esqueléticas foram as mais manifestadas clinicamente pelos trabalhadores portugueses, representando cerca de 66,3% (2925 casos) do total de manifestações reportadas (União Geral dos Trabalhadores, 2012).

Entre 2011 e 2014, registou-se uma média de 3377 certificações de Doença Profissional, tendo 2011 sido o ano mais expressivo neste contexto (Tabela 4). Neste período de tempo, verificou-se, anualmente, uma maior quantidade de certificações de doenças profissionais com incapacidade em relação às sem incapacidade. Após o pico registado em 2011, observou-se uma diminuição de, aproximadamente, 50% do número de certificados de doença profissional sem incapacidade emitidos em 2014. Todavia, o peso relativo das certificações devido a afeções músculo-esqueléticas regista um maior e expressivo valor no último ano (76,8%). No que diz respeito às certificações de doença

profissional, com incapacidade, derivadas de manifestações músculo-esqueléticas, pequenas oscilações foram identificadas ao longo dos 4 anos em análise (valores entre 73,5% e 76,4%). Conclui-se, assim, que as manifestações clínicas de origem músculo-esquelética consistiram no motivo fundamental para a emissão dos certificados.

Tabela 3 – Número de Certificações de Doença Profissional com incapacidade, por tipo de manifestação clínica, entre 2003 e 2006

	2003	2004	2005	2006
Asma profissional	84	105	79	61
Conjuntivites	11	6	12	8
Dermatoses	106	127	98	136
Fibrose	131	263	151	129
Granulomatose	29	27	22	30
Hipoacusia	226	233	200	299
Paralisias	213	453	350	437
Tendinites	321 (28,1%)	751 (37,1%)	201 (13,3%)	164 (9,1%)
Outras	21	58	401	547
Total	1142	2023	1514	1811

Fonte: Carneiro (2012)

Tabela 4 – Número de Certificações de Doença Profissional, sem e com incapacidade, total e devidas a manifestações músculo-esqueléticas, entre 2011 e 2014

		2011	2012	2013	2014
Certificações de Doença Profissional sem incapacidade	Total (n)	1914	1056	1230	967
	Afeções músculo-esqueléticas (n; %)	1393 (72,8)	742 (70,3)	809 (65,8)	743 (76,8)
Certificações de Doença Profissional com incapacidade	Total (n)	2174	1671	2315	2180
	Afeções músculo-esqueléticas (n; %)	1598 (73,5)	1234 (73,8)	1712 (74,0)	1665 (76,4)

Fonte: ACT (2015)

Apesar da falta de credibilidade dos dados relativos à prevalência das LMERT em Portugal, o número de certificações, que se acredita ser inferior à realidade, demonstra a sua importância clínica e social, e evidencia a necessidade de desenvolver um processo de certificação destas patologias mais eficaz. Ainda no ano de 2014, um inquérito efetuado a 52 empresas do setor metalúrgico e metalomecânico revelou que as LME foram o tipo de lesão mais frequente em acidentes de trabalho, com um peso relativo na ordem dos 20% (AIMMAP e CATIM, 2015).

Não existem muitos estudos relevantes no âmbito da incidência das LMERT em Portugal, no entanto, ao longo dos anos, tem-se vindo a verificar um aumento do interesse nesta problemática por parte dos investigadores. Lucas & Monjardino (2010) divulgaram o Plano Nacional Contra as Doenças

Reumáticas (PNCDR), onde um dos principais objetivos consistiu na realização de uma revisão sistemática da literatura científica sobre a prevalência e incidência de LMERT. Desta maneira, as autoras apresentam uma síntese dos resultados dos estudos selecionados, que apresentam estimativas da frequência de LMERT em Portugal, tendo estes datas de publicação entre 2000 e 2009.

Com o intuito de dar continuidade ao trabalho efetuado por Lucas & Monjardino (2010), conduziu-se, igualmente, uma revisão da literatura com foco nos principais estudos relativos à prevalência de LMERT a nível nacional, publicados no período de 1 de Janeiro de 2010 a 31 de Março de 2016. Na Tabela 5, apresenta-se um sumário dos resultados obtidos.

O primeiro estudo epidemiológico nacional, intitulado estudo PROUD (*Prevalence of Rheumatic Occupational Diseases*) (Cunha-Miranda *et al.*, 2010) desenvolveu-se entre 2006 e 2009, tendo os dados sido recolhidos em empresas com 250 ou mais trabalhadores até ao final do ano de 2006. Verificou-se uma prevalência de LMERT significativa, com, aproximadamente, 6% dos trabalhadores a revelarem a existência de lesões de cariz músculo-esquelético clinicamente relevantes. A cervicália, lombalgia e raquialgia foram as lesões mais observadas. As patologias da coluna lombar prevalecem nos ramos da construção civil e da indústria metalomecânica, enquanto as lesões dos membros superiores, nomeadamente a tendinite do ombro, do cotovelo e do punho e o síndrome do túnel cárpico, manifestam maior ocorrência na indústria automóvel e na indústria de montagem de componentes eletrónicos. Em todos os setores de atividade, a dor lombar foi a mais reportada pela população, que representa cerca de 11% da população ativa portuguesa.

O setor da saúde tem sido alvo de muitos estudos no âmbito das LMERT, tendo-se selecionado dois nesta revisão da literatura. O primeiro (Serranheira, Cotrim, Rodrigues, Nunes, & Sousa-Uva, 2012) decorreu entre 2010 e 2011, onde 2140 enfermeiros portugueses responderam a um questionário acerca (1) das suas características sociodemográficas, (2) da sua sintomatologia de LMERT, (3) das tarefas realizadas no exercício da profissão e a sua relação com os sintomas identificados, e (4) do seu estado de saúde. Destacaram-se as manifestações ao nível da coluna vertebral (49% nos últimos 12 meses e 25% nos últimos 7 dias) e absentismo relacionado (5,51%). Para 19% dos inquiridos, a intensidade da sintomatologia relativa à raquis é elevada, tal como a frequência que, para 33%, é superior a 6 episódios diários. Sendo a sintomatologia de LMERT presente nos últimos 7 dias mais assertiva pela sua proximidade, optou-se pelo seu registo na Tabela 5. Apesar dos valores serem inferiores aos verificados para os últimos 12 meses, estes são igualmente relevantes, atingindo, principalmente, a coluna vertebral (região lombar: 29,5; região cervical: 26,3; região dorsal: 22,7). O segundo trabalho analisado sucedeu-se no ano de 2010, tendo como foco os higienistas orais que concluíram o curso em Portugal, a quem foi enviado um questionário idêntico ao descrito acima. Cerca de 87% dos higienistas orais relataram a ocorrência de sintomas de LMERT nos últimos 12 meses, sendo que a grande maioria (94,4%) os manifestou na parte superior do corpo (pescoço: 52%; ombros: 41%; punhos/mãos: 48%; região dorsal: 45%; região lombar: 43%).

Em 2014 foi publicado um estudo sobre a prevalência de LMERT em trabalhadores da indústria do calçado, nomeadamente do setor da costura. A amostra analisada era composta por 66 trabalhadores de duas empresas diferentes, tendo estes sido convidados a responder a um questionário baseado nos NMQ (*Nordic Musculoskeletal Questionnaire*), DMQ (*Dutch Musculoskeletal Questionnaire*) e CPQ (*Chronic Pain Questionnaire*). Os resultados demonstraram uma prevalência de LMERT na ordem dos 76% (79% na empresa A e 72% na empresa B), sendo os punhos/mãos (42%), o pescoço (32%), a região lombar (30%), e os ombros (23%), as zonas corporais mais lesadas.

Recentemente, foi publicado um trabalho cujo principal objetivo se prendeu com a análise e comparação da incidência de dores nas costas em trabalhadores de dois grupos ocupacionais – *blue collars* e *white collars* – de diversos setores de atividade. Os primeiros associados a atividades de trabalho manual e os últimos com funções administrativas e de gestão. Dos 1458 inquiridos, 703 queixaram-se de dores nas costas (54,7% dos inquiridos classificados como “colarinhos azuis” e 46,6% dos classificados como “colarinhos brancos”), registando-se uma percentagem ligeiramente mais baixa para os *white collars*.

Tabela 5 – Prevalência das LMERT em estudos portugueses

Autor(es)	Objetivo do estudo	Método de recolha de informação	População em estudo	Tamanho da amostra	Global (%)	Regiões corporais (%)
(Cunha-Miranda, <i>et al.</i> , 2010)	Diagnóstico clínico de LMERT	Questionário aplicado ao médico do trabalho	Empresas com 250 ou mais trabalhadores	410496	5,9	Cervicalgia (11,1) Tendinite do ombro (0,6) Síndrome do túnel cárpico (0,3) Tendinite do cotovelo (0,3) Tendinite da mão (0,4) Raquialgia (4,2) Dorsalgia (0,8) Lombalgia (2,3) Tendinite do membro inferior (0,1)
(Serranheira, Cotrim, Rodrigues, Nunes, & Sousa-Uva, 2012)	Caracterização da sintomatologia de LMERT	Questionário de autorresposta (versão adaptada do NMQ)	Enfermeiros	2140	-	<u>Nos últimos 7 dias:</u> Cervical (26,3) Dorsal (22,7) Lombar (29,5) Ráquis (25,9) Ombros (18,2) Punhos e mãos (11,8) Membros superiores (11,3) Membros inferiores (11,0)
(Afonso, Pinho & Arezes, 2014)	Caracterização da sintomatologia de LMERT	Questionário de autorresposta (baseado em três questionários: NMQ, DMQ e CPQ)	Trabalhadores do setor da costura da indústria do calçado	66	76	Pescoço (32) Ombros (23) Cotovelos (21) Punhos/mãos (42) Região torácica (6) Região lombar (30)

Autor(es)	Objetivo do estudo	Método de recolha de informação	População em estudo	Tamanho da amostra	Global (%)	Regiões corporais (%)
						Ancas/coxas (9) Joelhos (21) Tornozelos/pés (15)
(Duarte & Serranheira, 2015)	Caracterização da sintomatologia de LMERT	Questionário de autorresposta (versão adaptada do NMQ)	Higienistas orais graduados em Higiene Oral em Portugal	254	86,6	<u>Nos últimos 12 meses:</u> Pescoço (52) Ombros (41) Cotovelos (6) Punhos/mãos (48) Região dorsal (45) Região lombar (43) Coxas (4) Joelhos (9) Tornozelos/pés (12)
(Silva, Barros, Cunha, Carnide, & Santos, 2016)	Caracterização da sintomatologia de LMERT (dores nas costas) em diferentes grupos ocupacionais ( <i>blue collars</i> vs. <i>white collars</i> )	Questionário de autorresposta (INSAT – Inquérito Saúde e Trabalho)	Trabalhadores <i>blue collars</i> (trabalho manual) e <i>white collars</i> (trabalho administrativo e de gestão) de diversos setores de atividade	1458	48,2 <i>Blue collars</i> (54,7) <i>White collars</i> (46,6)	-

### 2.2.3. Prevalência das LMERT em atividades de MMC e embalagem

A manipulação manual de cargas (MMC) consiste em qualquer uma das seguintes atividades executadas por um ou mais trabalhadores (AESST, 2007b): levantar, abaixar, empurrar, puxar, transportar ou deslocar uma carga. De acordo com a literatura, o levantamento de cargas corresponde à atividade com maior risco de desenvolvimento de lesões, sendo uma das grandes preocupações da maioria das indústrias (Lin, Wang, & Chen, 2006; NRC/IOM, 2001).

As tarefas de MMC têm sido associadas a lesões da coluna lombar num grande número de estudos (por exemplo: NRC/IOM, 2001; Costa & Vieira, 2010). Isto foi igualmente constatado por Deros, Daruis, Ismail, Sawal, & Ghani (2010) num trabalho efetuado numa indústria automóvel, na Malásia, em que a região com maior prevalência de LMERT consistiu exatamente na lombar com aproximadamente 8% dos trabalhadores a reportarem dores extremamente desconfortáveis, seguida dos pés/tornozelos e da coluna dorsal. Adicionalmente, quase um terço da população de 525 trabalhadores se sentia desconfortável em relação às regiões da dorsal e da lombar. Por sua vez, Deros, Ali, Mohamad, & Daruis (2016) obtiveram resultados avassaladores relativamente à prevalência de dores na coluna dorsal e lombar entre trabalhadores da indústria de óleo de palma com valores de 94,3% e 87,1%, respetivamente.

Aghilinejad, Mousavi, Nouri, & Ahmadi (2012) conduziram uma investigação com o intuito de averiguar a incidência de queixas músculo-esqueléticas entre trabalhadores da indústria do alumínio, fortemente caracterizada pela MMC, concluindo que 77,5% dos trabalhadores haviam sentido desconforto no último ano no desempenho da sua atividade de trabalho. As regiões da coluna lombar (69,6%), dos joelhos (58,6%) e da coluna dorsal (46,6%) obtiveram um maior número de queixas por parte dos inquiridos face às restantes. No ano de 2014, Shamsuddin, Norzaimi, Ab-Kadir, & Osman (2014) publicaram um caso de estudo acerca da SME de trabalhadores fabris, nomeadamente em postos de trabalho cuja atividade consistia essencialmente na despaletização, tendo verificado que aproximadamente 84% dos inquiridos haviam experienciado ou estavam a experienciar desconforto nos ombros e na cervical, e que 67% haviam sentido dores lombares durante a realização do seu trabalho. A grande maioria dos trabalhadores atribuiu as suas dores e desconforto à repetição de movimentos acima da cabeça, aquando da descarga de uma nova paleta, e à flexão excessiva do tronco, efetuada durante a remoção das últimas cargas da paleta.

Xiao, Dempsey, Lei, Ma, & Liang (2004) compararam a prevalência de LMERT entre 69 trabalhadores fabris envolvidos em tarefas de MMC e 51 menos envolvidos, isto é, mais ligados ao controlo de máquinas. Os resultados foram conclusivos, tendo 63,8% dos inquiridos do primeiro grupo e apenas 37,3% do segundo experienciado, pelo menos, um episódio de dor na região lombar durante mais de 24 horas nos últimos meses. Num estudo transversal muito recente (Klussmann *et al.*, 2017), onde se compara, de modo semelhante, uma amostra de trabalhadores expostos à MMC em diversas fábricas, na Alemanha, com uma amostra de trabalhadores administrativos, que desempenham as suas funções em postos de trabalho com computadores (bem dimensionados e ergonómicos, segundo os autores), verificou-se que, quanto mais exigentes eram os postos relativamente à MMC e, consequentemente, maior o risco de LMERT dos mesmos (obtido por ergonomistas, através de metodologias de avaliação de risco adequadas), maior era a prevalência de SME. Entre o sexo feminino, o pescoço/coluna cervical correspondia à região mais afetada, enquanto o sexo masculino, além desta região corporal, queixava-se também de maneira significativa da coluna lombar. Efetivamente, numa das categorias de postos com mais elevado risco, 84,7% das mulheres e 78,3% dos homens haviam sentido algum tipo de desconforto na zona do pescoço nos últimos 12 meses.

No que diz respeito às atividades de embalagem, até ao momento, poucos investigadores se debruçaram sobre o impacto destas no funcionamento do sistema músculo-esquelético dos trabalhadores, contudo, sabe-se que os movimentos repetitivos e as posturas estáticas e penosas adotadas nas tarefas de embalagem colocam os trabalhadores em risco de desenvolvimento de LMERT, principalmente ao nível dos membros superiores e da região lombar (Ghasemkhani *et al.*, 2008).

Num estudo levado a cabo por Joshi *et al.* (2001) sobre a prevalência de SME entre trabalhadores fabris, na Índia, constatou-se que 26,4% dos inquiridos que haviam reportado dores na cervical

operavam nas secções de embalagem, sendo esta a área produtiva com mais queixas ao nível dessa região corporal. Valores elevados foram encontrados por Ghasemkhani *et al.* (2008) entre trabalhadores do processo de embalagem de uma indústria de produtos de higiene. A coluna lombar foi a região com a maior prevalência de sintomas (44%), seguida dos ombros (33,3%) e do pescoço (32%). Varmazyar, Varyani, Zeidi, & Hashemi (2009) obtiveram, igualmente, valores significativos para as regiões da coluna lombar (36,8%) e do pescoço (31,6%). Porém, contrastando com os demais, estes autores verificaram uma elevada prevalência para os joelhos esquerdo e direito - 44,7% e 42,1%, respetivamente. Numa investigação mais recente, Azizi *et al.* (2016) registaram valores de 24,4% para a coluna e 7,6% para o pescoço.

Nas Tabela 6 e Tabela 7 resumem-se as principais conclusões relativas à prevalência de LMERT em atividades de MMC e de embalagem, respetivamente, obtidas pelos autores dos estudos encontrados durante a revisão de literatura efetuada.

Tabela 6 – Prevalência das LMERT em atividades de MMC em estudos de outros autores

Autor(es)	Método de recolha de informação	População em estudo	Tamanho da amostra	Global (%)	Regiões corporais (%)
Xiao <i>et al.</i> (2004)	-	Trabalhadores industriais	69	-	<u>Nos últimos 12 meses:</u> Região lombar (63,8)
Deros <i>et al.</i> (2010)	Questionário de autorresposta (BPSS – Body Parts Symptom Survey)	Trabalhadores da indústria automóvel	525	-	<u>Dores extremamente desconfortáveis:</u> Coluna lombar (8,2) Pés/tornozelos (6,6) Joelhos (5) Coluna dorsal (4,0) Punhos/mãos (3,4) Olhos (2,4) Ombros (2,4) Cotovelos (2,4) Pantorrilhas (2,4) Braços (1,6) Pescoço (1,6) Ancas (1,6)
Aghilinejad <i>et al.</i> (2012)	Questionário de autorresposta (NMQ)	Trabalhadores da indústria do alumínio	493	65,5	<u>Nos últimos 7 dias:</u> Região lombar (62,5) Joelhos (56,6) Coluna dorsal (37,2) Tornozelos/pés (33,4) Ombros (33,1) Punhos/mãos (26,9) Pescoço (26,6) Quadril/coxas (24,5) Cotovelos (16,1)
Shamsuddin <i>et al.</i> (2014)	Questionário de autorresposta	Trabalhadores da indústria de bebidas	6	100	<u>Nos últimos 12 meses:</u> Ombros/pescoço (83,3) Região lombar (66,6)

<b>Autor(es)</b>	<b>Método de recolha de informação</b>	<b>População em estudo</b>	<b>Tamanho da amostra</b>	<b>Global (%)</b>	<b>Regiões corporais (%)</b>
					Cotovelos/antebraços (50) Punhos/mãos (33,3)
Deros <i>et al.</i> (2016)	Questionário de autorresposta (NMQ)	Trabalhadores da indústria de óleo de palma	70	-	Coluna dorsal (94,3) Coluna lombar (87,1)

Tabela 7 – Prevalência das LMERT em atividades de embalagem em estudos de outros autores

<b>Autor(es)</b>	<b>Método de recolha de informação</b>	<b>População em estudo</b>	<b>Tamanho da amostra</b>	<b>Global (%)</b>	<b>Regiões corporais (%)</b>
Joshi <i>et al.</i> (2001)	-	Trabalhadores industriais	125	64,4	Região lombar (27,2) Região cervical (26,4)
Ghasemkhani <i>et al.</i> (2008)	Questionário de autorresposta (NMQ)	Trabalhadores da indústria de produtos de higiene	75	72	<u>Nos últimos 12 meses:</u> Região lombar (44) Ombros (33,3) Pescoço (32) Pulsos/mãos (18,7) Ombros (16)
Varmazyar <i>et al.</i> (2009)	Questionário de autorresposta (BDC - Body Discomfort Chart)	Trabalhadores da indústria farmacêutica	38	-	<u>Nos últimos 12 meses:</u> Joelho esquerdo (44,7) Joelho direito (42,1) Região lombar (36,8) Pescoço (31,6) Pulso direito (23,7) Ombro esquerdo (21,1) Antebraço esquerdo (15,8) Ombro direito (13,2) Antebraço direito (13,2) Pulso direito (13,2)
Azizi <i>et al.</i> (2016)	Questionário de autorresposta (NMQ)	Trabalhadores industriais	264	38,6	Coluna (24,6) Pescoço (7,6) Pulsos (5,3) Joelhos (1,1)



#### 2.2.4. Fatores de risco

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as LMERT são patologias de natureza multifatorial, existindo uma série de fatores que contribuem para o seu aparecimento e exacerbação (WHO, 1985, citado por Serranheira *et al.*, 2008). Para além dos fatores de risco relacionados com a atividade de trabalho, podem destacar-se outros na génese destas lesões, nomeadamente fatores de risco individuais e fatores de risco organizacionais/psicossociais (Buckle & Devereux, 1999).

Nunes & Bush (2012) definem fator de risco como qualquer fonte ou situação com o potencial de causar uma lesão ou levar ao desenvolvimento de uma doença. Para os autores, a variedade e complexidade dos fatores que contribuem para o aparecimento das LMERT explicam as dificuldades frequentemente encontradas na definição da intervenção ergonómica mais adequada a implementar num posto de trabalho. Os fatores de risco atuam simultaneamente num dinamismo sinérgico numa determinada articulação ou região corporal, o que leva a que vários autores reconheçam a importância de analisar a sua interação ao invés de focar num único fator de risco (Nelson & Hughes, 2009; Nunes & Bush, 2012; Schneider *et al.*, 2010). A sua atuação síncrona causa dificuldades na identificação dos fatores, pois as lesões ou doenças representam o resultado dessa interação (Whiting & Zernicke, 2008).

Os primeiros estudos acerca da associação entre as LMERT e os respetivos fatores de risco debruçavam-se, principalmente, sobre os fatores ocupacionais e sobre os co-fatores (tais como, a idade, o género, os hábitos desportivos e tabágicos, entre outros) (Malchaire, Cock, & Vergracht, 2001). Só há pouco mais de duas décadas, os investigadores começaram a estudar os fatores psico-organizacionais, de *stress* e as características psicológicas dos próprios trabalhadores. Neste sentido, Ayoub & Mital (1989) sistematizaram as variáveis que influenciam as tarefas de manipulação manual de cargas em três categorias, às quais chamaram componentes, criando, assim, o conceito “sistémico” trabalhador-tarefa-ambiente (Tabela 8). Cada componente agrupa um conjunto de variáveis que podem ser consideradas fatores de risco de LMERT e que, atuando em simultâneo, aumentam a probabilidade de desenvolver uma lesão.

Tabela 8 – Conceito “sistémico” trabalhador-tarefa-ambiente proposto por Ayoub & Mital (1989) para as tarefas de manipulação manual de cargas

Componente “O Trabalhador”	Componente “A Tarefa”	Componente “O Ambiente”
Idade	Frequência	Temperatura e humidade
Sexo	Duração da tarefa	Ruído
Peso corporal	Dimensões do objeto	Iluminação
Antropometria e robustez	Forma do objeto	Vibrações
Resistência estática e dinâmica	Qualidade da pega	Altitude
Força	Peso do objeto/força exercida	
Treino/experiência	Estabilidade da carga	
Forma física	Distância vertical percorrida	
Fatores psicológicos	Geometria do local de trabalho	
	Distância percorrida em tração/declive	
	Postura/técnica	
	Transporte/elevação assimétrica	

Fonte: Carneiro (2012)

Mais tarde, Moore & Garg (1995) apresentaram três modelos de causalidade das LMERT, cada um agrupando vários fatores de risco (Tabela 9). Os modelos fisiológico e biomecânico fundamentam-

se em princípios teóricos, enquanto o epidemiológico se baseia na relação estatística entre as condições de trabalho e a ocorrência de LME (Carneiro, 2012). Alguns fatores de risco são comuns entre os diferentes modelos, como é o caso da duração do esforço e da intensidade da força, por exemplo. No seguimento do seu estudo, os autores selecionaram, ainda, os fatores de risco mais relevantes: (1) intensidade da força; (2) duração do esforço; (3) frequência do esforço/minuto; (4) postura; (5) velocidade de movimentos; e (6) duração diária da tarefa.

Tabela 9 – Modelos de causalidade das LMERT e fatores de risco globais apresentados por Moore & Garg (1995)

Modelo Fisiológico	Modelo Biomecânico	Modelo Epidemiológico	Fatores de risco globais
Intensidade da força	Intensidade da força	Intensidade da força	Intensidade da força
Duração do esforço	Duração do esforço	Repetitividade	Duração do esforço
Tempo de recuperação	Tempo de recuperação	% de tempo de recuperação/ciclo	Frequência/minuto
Postura	Frequência/minuto	Postura	Postura
Velocidade de movimentos	Postura não neutra		Velocidade de movimentos
Tipo de pega	Velocidade de movimentos		Duração diária da tarefa
	Compressão de tecidos moles		

Fonte: Carneiro (2012)

No ano de 2012, Serranheira, Sousa-Uva & Leite (2012) divulgaram uma interessante revisão sobre os mais relevantes modelos explicativos das LMERT publicados nos últimos anos. Da sua análise, percebe-se que o tema é complexo, devendo-se essa complexidade aos múltiplos fatores etiológicos que podem estar implicados nas LMERT. Uma das abordagens mais conhecidas para a sistematização dos fatores de risco divide-os em três grandes grupos (Tabela 10): (1) fatores físicos ou relacionados com a atividade de trabalho; (2) fatores organizacionais e psicossociais, presentes no contexto do trabalho; e (3) fatores individuais, também designados por co-fatores de risco. Esta é adotada por diversos autores (AESST, 2007a; Bernard, 1997; Buckle & Devereux, 1999; Nunes, 2009; Serranheira, Lopes, & Uva, 2004; Uva *et al.*, 2008).

Nunes & Bush (2012) e Serranheira *et al.*, (2008) sugerem que, além de presentes no local de trabalho, os fatores de risco encontram-se também em atividades domésticas, desportivas e de ocupação dos tempos livres.

Alguns investigadores encontraram, igualmente, evidências significativas da associação entre as variáveis socioeconómicas e as lesões músculo-esqueléticas (Badley & Ibanez, 1994; Bergman *et al.*, 2001; Brekke, Hjortdahl, & Kvien, 2002; Katz, 2006; Jablonska, Soares, & Sundin, 2006). Estudos desenvolvidos sugerem que os baixos níveis de escolaridade, o baixo rendimento e o desemprego se encontram relacionadas com o aumento da prevalência de dor (Roth *et al.*, 2001, e Portenoy *et al.*, 2004, citados por McBeth & Jones, 2007). A análise dos resultados do quinto EWCS, realizada por Farioli *et al.* (2014), revela a existência de uma relação entre a prevalência de dores nas costas e os fatores de risco socioeconómicos, não se verificando uma correlação tão forte para as regiões do pescoço e membros superiores. O resultado mais interessante diz respeito ao facto de, para as três zonas corporais mencionadas, se ter constatado que a incidência de dor é menor em países com uma maior percentagem de pessoas em risco de pobreza ou de exclusão social, sendo que os investigadores acreditam que o apoio social e a proteção contra a pobreza encorajam as pessoas a identificar e revelar a sua sintomatologia músculo-esquelética.

Tabela 10 – Principais fatores de risco físicos, organizacionais/psicossociais e individuais

<b>Físicos</b>	<b>Organizacionais e psicossociais</b>	<b>Individuais</b>
Aplicação de força na manipulação de cargas e na utilização de ferramentas	Ritmos intensos de trabalho	Idade
Movimentos repetitivos	Baixos níveis de autonomia	Sexo
Posturas extremas ou estáticas	Insatisfação no trabalho	Obesidade
Contacto com ferramentas vibratórias	Trabalho repetitivo ou monótono	Estilos de vida não saudáveis
Compressão localizada exercida por ferramentas ou superfícies	Falta de apoio dos colegas, supervisores e chefias	Antecedentes clínicos
Ambientes excessivamente quentes ou frios	Pressão temporal e ausência de pausas	Capacidade física
Iluminação insuficiente	Ausência de controlo sobre as tarefas executadas	Características antropométricas
Elevados níveis de ruído	Exigências de produtividade	

Fonte: AESST (2007a) e Serranheira *et al.* (2004)

A presença de fatores de risco não determina, por si só, o risco de desenvolver LMERT, pois este está relacionado com a “dose de exposição”, que é caracterizada pelas seguintes dimensões: (1) a intensidade, (2) a duração e (3) a frequência, diretamente relacionadas com o tempo de recuperação e condicionantes da possível existência de um desequilíbrio entre as solicitações biomecânicas e os intervalos de recuperação (Uva *et al.*, 2008). Apesar de todo o conhecimento existente, permanecem algumas incertezas acerca do nível de exposição aos fatores de risco que desencadeia o aparecimento das lesões, já que este depende da resposta de cada indivíduo (Nunes & Bush, 2012; Uva *et al.*, 2008; WHO, 2003).

Para efetuar uma análise de risco de LMERT é essencial avaliar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco. Desta maneira, seguidamente são descritos os principais fatores de risco físicos, psicossociais/organizacionais e individuais.

#### 2.2.4.1. Fatores de risco físicos da atividade de trabalho

Os fatores de risco físicos relacionados com a atividade de trabalho são, frequentemente, pouco valorizados pelas organizações e pelos responsáveis pela saúde dos trabalhadores (Serranheira *et al.*, 2005). Estes englobam fatores biomecânicos e fatores ambientais, sendo a postura, a repetitividade, a força e as vibrações, considerados por muitos como os fatores mais importantes dentro deste grupo (Lanfranchi & Duveau, 2008; Punnett & Wegman, 2004; Serranheira *et al.*, 2008).

A postura depende de vários aspetos, como, por exemplo (Uva *et al.*, 2008): (1) o alinhamento biomecânico; (2) a orientação espacial das várias regiões corporais; (3) a posição relativa dos vários segmentos anatómicos; e (4) a atitude corporal assumida durante a atividade de trabalho. É também influenciada pela tarefa a realizar, pela configuração do posto de trabalho, pelas ferramentas de trabalho e pelas capacidades e limitações dos trabalhadores, incluindo as características antropométricas (Polajnar *et al.*, 2010). Quando se assume uma posição próxima dos limites articulares, isto é, uma postura extrema, o risco de desenvolver LMERT aumenta (Kittusamy & Buchholz, 2004; Uva *et al.*, 2008).

O homem continua a ser o principal elemento utilizado nos processos de montagem final, na indústria, pois só ele é capaz de lidar com as diferentes exigências e variações destes processos (Uva *et al.*, 2008). Assim, apesar da crescente automatização industrial, a atividade de trabalho continua a implicar a utilização intensiva dos membros superiores e a realização de gestos que, quando analisados isoladamente, não impõem um esforço significativo ao trabalhador, mas cuja

repetitividade ao longo do período de trabalho lhes confere uma carga elevada (Afonso, 2013). Considera-se que o trabalho é repetitivo sempre que se verifica a realização de movimentos idênticos mais de duas a quatro vezes por minuto, acima de 50% do tempo de ciclo de trabalho, em ciclos de duração inferior a trinta segundos ou realizados durante mais de quatro horas, no total de um dia de trabalho (Serranheira *et al.*, 2008). Para Colombini (1998), a repetitividade, por si só, pode incrementar o risco de LMERT. Por sua vez, Arvidsson, Akesson, & Hansson (2003), NIOSH (1997) e van Rijn, Huisstede, Koes, & Burdorf (2009), verificaram a existência de evidência científica de um relacionamento causal entre o fator de risco repetitividade e a presença de casos de LMERT ao nível dos membros superiores.

Também a força consiste num importante fator de risco profissional. Uva *et al.* (2008) confessam que este é um conceito difícil de definir, enquanto Nordin & Frankel (2012) a caracterizam como o movimento biomecânico necessário para atingir uma dada ação ou sequência de ações, cujo carácter pode ser estático ou dinâmico. Segundo Carnide *et al.* (2006) e Uva *et al.* (2008), tanto a força elevada (manipulação de cargas superiores a 4 kg com o membro superior) como a força ligeira (por exemplo, aplicada com os dedos e a mão numa tesoura) podem originar uma LMERT. Um estudo epidemiológico demonstra que a realização de atividades que exijam aplicação de força pelos membros superiores provoca tensão ao nível da cervical, ombro, cotovelo e punho, podendo originar LME nestas regiões corporais (Bernard, 1997). Frost *et al.* (2002) e Miranda, Viikari-Juntura, Heistaro, Heliövaara, & Riihimäki (2005) encontraram, igualmente, uma associação estatisticamente significativa entre a força exercida e a ocorrência de lesões músculo-esqueléticas na zona do ombro. Para Uva *et al.* (2008), a forma como a força é aplicada também é importante, já que a força estática (constante e/ou sem movimento) e a força dinâmica (alternada e/ou com movimento) não têm o mesmo risco, sendo a primeira mais penosa para o trabalhador do que a última.

Issever *et al.* (2003) define vibração como um fator físico que atua no corpo humano através da transmissão de energia mecânica proveniente de fontes de oscilação. Em várias indústrias, os trabalhadores são expostos às vibrações das máquinas e ferramentas com as quais trabalham no seu dia-a-dia, podendo estas ser transmitidas ao sistema mão-braço ou mesmo afetar o corpo inteiro (Serranheira *et al.*, 2005). A exposição a vibrações do sistema mão-braço pode levar ao desenvolvimento de lesões neurovasculares dos membros superiores como a síndrome dos dedos brancos, problemas neurológicos como a síndrome do túnel cárpico, e a lesões/doenças articulares ao nível do pulso, cotovelo e ombro, como a osteoartrite (Simoneau, Vincent, & Chicaïne, 1996). A longo prazo, estas situações podem evoluir, surgindo parestesias das mãos, diminuição da sensibilidade tátil e/ou da destreza manual (Serranheira *et al.*, 2008). Fritz (2005) afirmam que a região lombar pode, igualmente, sofrer alterações degenerativas devido às vibrações de corpo inteiro. Segundo os resultados do quinto EWCS (Eurofound, 2012), a exposição a movimentos repetitivos da mão e do braço é o fator de risco físico mais prevalente entre os trabalhadores europeus, com uma percentagem de 63% a reportar a presença deste fator em, pelo menos, um quarto do seu dia de trabalho, seguindo-se as posturas dolorosas ou cansativas, que cerca de 46% dos trabalhadores afirmam ter que suportar durante o mesmo período de tempo. Desde 2005, tem-se vindo a observar um aumento da incidência destes dois fatores de risco. O mesmo estudo indica que o setor da indústria se encontra entre os três setores com níveis mais altos de exposição a fatores de risco físicos.

Vários investigadores corroboraram a existência de uma associação positiva entre os quatro fatores de risco acima descritos e as lesões músculo-esqueléticas, tendo encontrado uma associação ainda mais forte aquando da combinação de dois ou mais fatores (Bernard, 1997; Punnett & Wegman, 2004; Sluiter *et al.*, 2001; Werner *et al.*, 2005).

Outros fatores de risco relacionados com a atividade de trabalho são apontados por diferentes autores, como, por exemplo, a exposição a temperaturas extremas (Hagberg *et al.*, 1995; Piedrahíta, Punnett, & Shahnnavaz, 2004).

Cada tipo de LME é provocado por diferentes fatores de risco. No ano de 1997, Bernard (1997) apresentou uma extensa revisão bibliográfica acerca da evidência epidemiológica da relação entre a presença dos principais fatores de riscos físicos no local de trabalho e o desenvolvimento de lesões nas regiões do pescoço, ombros, cotovelos, punhos/mãos e costas. Mais tarde, Nunes e Bush (2012) compilaram os fatores de risco por cada zona corporal, adicionando os membros inferiores às

anteriormente mencionadas e descrevendo todas as atividades que podem ter impacto no sistema músculo-esquelético do trabalhador.

Apesar de muitos estudos revelarem a existência de uma associação positiva entre os fatores de risco profissionais e o desenvolvimento de LMERT, a evidência da relação de causalidade parece ainda não ser clara para alguns autores (por exemplo, Palmer & Smedley, 2007). Sobre esta temática, Punnet & Wegman (2004) afirmam que nem todas as pessoas com LME estiveram expostas a fatores de risco físicos no trabalho e, por sua vez, nem todas as pessoas expostas a estes fatores desenvolveram lesões desta natureza.

#### 2.2.4.2. Fatores de risco organizacionais e psicossociais

Hagberg *et al.* (1995) classificam os fatores de risco psicossociais como percepções subjetivas dos trabalhadores acerca dos fatores organizacionais, nomeadamente da forma como o trabalho é organizado, supervisionado e conduzido. De acordo com a EU-OSHA (2007), estes estão igualmente relacionados com o contexto económico e social do trabalho, provocando um aumento do nível de *stress* e podendo mesmo levar a uma grave deterioração da saúde mental e física.

Os fatores de risco psicossociais e a sua interação com os fatores físicos têm vindo a ser alvo de maior interesse por parte dos investigadores nos últimos anos devido às alterações verificadas no mundo do trabalho (Silva *et al.*, 2016). A diminuição do emprego industrial e a expansão verificada no setor dos serviços levou a que os riscos físicos, frequentemente associados aos ambientes fabris, fossem substituídos pelos riscos psicossociais, característicos de postos de trabalho do setor dos serviços (Benach & Muntaner, 2007). Segundo a Eurofound (2013), a crise económica e o avanço das tecnologias de informação e comunicação têm intensificado a incidência de riscos psicossociais. Efetivamente, 25% dos trabalhadores europeus dizem sofrer de *stress* no trabalho durante a maior parte ou a totalidade do seu horário de trabalho e uma percentagem semelhante considera que o trabalho afeta negativamente a sua saúde (Eurofound & EU-OSHA, 2014).

A intensidade do trabalho é um dos aspetos mais importantes ao nível dos riscos psicossociais. Neste contexto, a intensidade/exigência refere-se ao esforço (cognitivo e físico) que um indivíduo tem de realizar para cumprir o seu trabalho em termos de volume, velocidade e natureza (Eurofound & EU-OSHA, 2014). A elevada intensidade pode causar um desequilíbrio entre a vida profissional e a vida pessoal e a tensão resultante pode originar doenças físicas ou mentais. No setor industrial, a intensificação do trabalho é consequência das elevadas exigências de produtividade e qualidade, originando uma maior sobrecarga dos trabalhadores. Vários autores apresentam provas da relação entre a incidência de LMERT e a percepção de ritmos intensos de trabalho (Bernard, 1997; Janssen, 2003; NRC/IOM, 2001; van Rijn, Huisstede, Koes, & Burdorf, 2010). O risco de desenvolvimento destas patologias pode ser ampliado se a intensidade estiver emparelhada com baixas recompensas (Simon *et al.*, 2008).

O quinto EWCS (Eurofound, 2012) revelou um aumento global da intensidade do trabalho na maioria dos países europeus entre 1991 e 2005. De 2005 a 2010, o valor tornou-se mais estável, mostrando até uma pequena diminuição. Contudo, 62% dos trabalhadores referem que trabalham com prazos apertados e 59% afirmam trabalhar a um ritmo elevado, pelo menos durante um quarto do tempo de trabalho, suscitando estes números alguma preocupação. Para que a sobrecarga de trabalho possa ser aliviada, os trabalhadores devem efetuar pausas regulares, de maneira a permitir que os músculos recuperem da tensão a que foram submetidos (Serranheira *et al.*, 2008).

Outros fatores como a insatisfação com o trabalho, os baixos níveis de autonomia e falta de suporte social têm sido relacionados com o aumento do risco de LMERT (Sobeih, Salem, Daraiseh, Genaidy, & Shell, 2006; Van den Heuvel, Van der Beek, Blatter, Hoogendoorn, & Bongers, 2005), assim como a percepção de um ambiente de trabalho pouco seguro (Hofmann & Mark, 2006; Stone, Du, & Gershon, 2007). Recentemente, um estudo português (Silva *et al.*, 2016) revelou a existência de uma associação positiva entre a prevalência de dores nas costas entre indivíduos que exercem trabalhos manuais em vários setores de atividade e (1) a falta de autonomia para decidir acerca dos momentos de realização das pausas, (2) a diminuição da dignidade humana devido às condições de trabalho, e (3) as baixas recompensas monetárias.

Por outro lado, numa revisão sistemática da literatura, Ariëns, van Mechelen, Bongers, Bouter, & van der Wal (2001) não obtiveram evidências conclusivas acerca da existência de uma relação positiva entre a SME na zona cervical e a falta de suporte por parte das chefias, a presença de conflitos no local de trabalho, a insegurança no emprego e a realização de poucas pausas ao longo do turno de trabalho. Da mesma forma, Bongers, Ijmker, Heuvel, & Blatter (2006) não encontraram resultados consistentes relativamente à associação entre a insatisfação com o trabalho e as patologias músculo-esqueléticas nas regiões do pescoço e dos membros superiores, numa revisão efetuada a estudos longitudinais recentes. Mais tarde, um estudo por Wang, Rempel, Harrison, Chan, & Ritz (2007) sobre a sintomatologia músculo-esquelética autorreferida por operadores de máquinas de costura não revelou uma relação estatisticamente significativa entre a prevalência de sintomas nas regiões do pescoço/ombros e membros superiores e (1) o sentimento de insegurança no emprego, (2) o baixo apoio social, e (3) o baixo controlo sobre o trabalho.

São várias as revisões da literatura que concluem que alguns dos fatores de risco psicossociais podem estar relacionados com os problemas do foro músculo-esquelético (Costa & Vieira, 2010; Davis & Heaney, 2000; van Rijn *et al.*, 2009), contudo, as evidências sobre associações específicas ainda se mostram inconclusivas (Bongers, Kremer, & ter Laak, 2002; Eatough, Way, & Chang, 2012). Gezondheidsraad (2000) defende que estes não podem ser vistos como fatores que, por si só, levam ao desenvolvimento de doenças músculo-esqueléticas. No entanto, quando combinados com os fatores de risco físicos, podem aumentar o risco de LMERT (Nunes & Bush, 2012). Os autores afirmam que as perceções negativas dos trabalhadores acerca do seu trabalho podem resultar em reações de *stress* psicológico e fisiológico também negativas, que, por sua vez, podem originar problemas físicos.

Segundo Eatough *et al.* (2012), os resultados contraditórios obtidos acerca da relação entre os fatores de risco organizacionais e psicossociais podem dever-se, em parte, à falta de precisão na definição e mensuração dos aspetos psicossociais. Existe uma clara dificuldade na avaliação destes fatores que, habitualmente, são explorados através de questionários ou entrevistas aos trabalhadores (Sluiter *et al.*, 2001).

#### 2.2.4.3. Fatores individuais

As pessoas, seres únicos e individuais, apresentam características que variam aos mais diversos níveis e que podem ser relacionadas com a presença de LMERT, designadamente a nível: (1) das características antropométricas, (2) dos hábitos/estilos de vida, e (3) da situação de saúde (Serranheira *et al.*, 2008). Os autores destacam ainda os aspetos relacionados com o género e a idade, que podem igualmente contribuir para a génese das LMERT. Os fatores de risco individuais, também designados como cofatores, dizem, assim, respeito à suscetibilidade individual de cada indivíduo (Serranheira *et al.*, 2005). Para Nunes & Bush (2012), o seu reconhecimento pode ser útil no estabelecimento de planos de formação, na definição e implementação de regras e procedimentos de trabalho e na consciencialização da organização quanto às capacidades e limitações dos seus colaboradores (Nunes & Bush, 2012).

As diferenças biológicas existentes entre o sexo masculino e o sexo feminino podem desempenhar um papel importante na exposição a fatores de risco de LMERT, tendo este tema vindo a ser o foco de muitos estudos epidemiológicos. Wahlstedt, Norbäck, Wieslander, Skoglund & Runeson (2010) verificaram, através do estudo de uma amostra da população nacional sueca, que, além da flexão do pescoço e do tronco e da realização de tarefas de precisão, o género feminino constitui também um preditor de SME. Outros autores encontraram, em operadores fabris, uma maior prevalência de sintomatologia músculo-esquelética nas mulheres do que nos homens (Azizi *et al.*, 2016; Joshi *et al.*, 2001; Melzer & Iguti, 2010; Nordander *et al.*, 2008; Vieira *et al.*, 2015). Esta tendência confirma-se na maioria das recentes publicações (Wiadanarko *et al.*, 2011), todavia, alguns investigadores verificaram que o sexo masculino é mais afetado pelas lombalgias (Aasa, Barnekow-Bergvist, Angquist, & Brulin, 2005; Hooftman, van der Beek, Bongers, & van Mechelen, 2009; Vieira *et al.*, 2015). Por sua vez, o quinto EWCS (Eurofound, 2012) não obteve diferenças significativas na prevalência de LMERT entre os dois géneros.

Segundo Treaster & Burr (2004), os resultados observados podem dever-se ao facto de as mulheres realizarem frequentemente tarefas mais repetitivas e monótonas, aumentando o risco de desenvolvimento de LMERT, principalmente nos membros superiores. Adicionalmente, ao nível fisiológico, as mulheres lidam com fortes alterações hormonais ao longo da vida, nomeadamente durante a gravidez e a menopausa, tornando-as mais propensas a estas patologias (Bush, 2011). A capacidade física pode também ser considerada um fator de interferência, já que as mulheres, com uma capacidade física notoriamente inferior, têm de exercer mais força do que os homens em postos de trabalho semelhantes (Treaster & Burr, 2004; Nordander *et al.*, 2008).

No que diz respeito à associação entre a idade e as LMERT, esta revela-se mais inconsistente. Num grande estudo sobre a prevalência de LMERT na população trabalhadora da Nova Zelândia, Wiadanarko *et al.* (2011) não obtiveram diferenças estatisticamente significativas entre as várias faixas etárias analisadas. Estudos anteriores, realizados em contexto industrial, também não confirmaram a existência de uma correlação entre a presença ou ausência de SME e a idade dos trabalhadores (Alexopoulos, Tanagra, Konstantinou, & Burdorf, 2006; Azizi *et al.*, 2016; Ghasemkhani *et al.*, 2008; Landau *et al.*, 2008; Varmazyar *et al.*, 2009).

Não obstante, Nag, Vyas, & Nag (2010) constataram que “ter mais de 25 anos” tinha uma grande influência na incidência de dor entre operadores de teares manuais. Da mesma forma, Roquelaure *et al.* (2009) e Dianat, Kord, Yahyazade, Karimi, & Stedmon (2015) verificaram que o risco de LMERT incrementava com a idade. De acordo com Serranheira *et al.* (2008), o aumento da idade pode diminuir a tolerância dos tecidos, a força e a mobilidade muscular e articular, considerados os verdadeiros fatores de risco pelos autores, devido aos efeitos cumulativos da exposição a vários fatores de risco. Uma idade avançada é, muitas vezes, indicativa de uma maior antiguidade na profissão, o que aumenta a probabilidade de desenvolver LME (Roquelaure *et al.*, 2009; Landau *et al.*, 2008). Por sua vez, Wang *et al.* (2007) atestaram que a elevada prevalência de sintomas no pescoço e nos ombros em operadores de máquinas de costura estava relacionada com o facto de “ter menos de 30 anos” e afirmaram que esta descoberta pode ser explicada pelo “efeito da seleção do trabalhador saudável”, isto é, os trabalhadores mais saudáveis permanecem empregados mais tempo, mesmo quando a atividade de trabalho é fisicamente exigente. Resultados semelhantes foram obtidos anteriormente por Vezina & Chatigny (1996), citados por Serranheira *et al.* (2008), que sugerem que, em situações com exigência de aplicação de força, os trabalhadores mais jovens e/ou inexperientes apresentam mais dificuldades, exercem mais força e apresentam fadiga precocemente, o que pode levar a uma prevalência de sintomas de LMERT mais elevada comparativamente com trabalhadores mais velhos e/ou experientes na atividade de trabalho.

Conclui-se assim que a idade é um fator de risco que integra os riscos cumulativos do trabalho e do envelhecimento biológico, ainda que seja difícil estabelecer uma relação de causalidade com a prevalência de sintomas de LMERT.

O índice de massa corporal (IMC) (Costa & Vieira, 2010; Nathan, Istvan, & Meadows, 2005), a obesidade (Anandacoomarasamy, Caterson, Sambrook, Fransen, & March, 2008; Haukka, Ojajärvi, Takala, Viikari-Juntura, & Leino-Arjas, 2012; Kortt & Baldry, 2002) e os hábitos tabágicos (Costa & Vieira, 2010; Govindu & Babski-reeves, 2014) têm, igualmente, sido identificados como potenciais fatores de risco em diversas investigações.

É evidente a existência de alguma controvérsia sobre o papel e o contributo dos co-fatores de risco no desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas. Bernard (1997) considera que os fatores de risco individuais podem diminuir ou ampliar os possíveis efeitos da exposição aos restantes fatores de risco, isto se não forem atempadamente controlados.

### 2.2.5. Identificação de Fatores de Risco e Avaliação do Risco de LMERT

Apesar de todo o conhecimento existente acerca das doenças músculo-esqueléticas, ainda é difícil quantificar os níveis aceitáveis de exposição biomecânica a que um operador pode ser sujeito na sua atividade de trabalho (Burdorf, 2010). A redução da exposição aos fatores de risco de LMERT através de uma correta avaliação do risco surge como a melhor estratégia de prevenção destas patologias (Burdorf, 2010; Chiasson, Imbeau, Aubry, & Delisle, 2012).

Na literatura científica, vários métodos de avaliação do risco de LMERT têm sido sugeridos. Ao nível regulamentar destacam-se as seguintes normas europeias (CEN), elaboradas no âmbito da Diretiva Máquinas com um dos seus diplomas (EN 1005 1-5) que pretende, essencialmente, uma harmonização de procedimentos na fase de conceção de postos de trabalho (Serranheira, Sousa-Uva, & Leite, 2012): (i) EN 1005-1 Segurança com máquinas – Performance física humana; (ii) EN1005-2 Manipulação de cargas - associada à maquinaria; (iii) EN1005-3 Valores limite de força recomendada para a operação com máquinas/equipamentos manuais; (iv) EN1005-4 Avaliação das posturas de trabalho com máquinas; e (v) EN1005-5 Identificação e avaliação do risco em situações de trabalho com movimentos repetitivos do membro superior. Realça-se, igualmente, a norma internacional ISO 11228, que estabelece recomendações ergonómicas para as diferentes tarefas de manipulação manual de cargas e se divide em três partes: (i) Parte 1 – Elevação e transporte; (ii) Parte 2 – Empurrar e puxar; (iii) Parte 3 – Manipulação altamente repetitiva de cargas leves.

Ainda que um grande número de métodos esteja disponível, não existe um único capaz de avaliar corretamente todas as situações de trabalho. De acordo com David (2005), é necessário escolher devidamente o método a utilizar, tendo em conta a natureza da investigação e a finalidade da recolha dos dados, uma vez que isso determina o grau de fiabilidade e precisão obtidos. Devido às diferenças entre os métodos e à diversidade das necessidades dos analistas, a seleção da ferramenta adequada representa um dos maiores desafios (Takala *et al.*, 2010).

A literatura científica apresenta diversas metodologias para a identificação e avaliação do risco de LMERT. Uma das mais divulgadas baseia-se na estratégia SOBANE, sendo constituída por quatro etapas ou níveis de complexidade gradativos (Tabela 11): (1) Rastreio – identificação geral dos fatores de risco das LMERT; (2) Observação – avaliação do risco através da aplicação de métodos observacionais; (3) Análise – avaliação do risco através da análise de registos de vídeo; e (4) Perícia – avaliação do risco com apoio de instrumentação (Malchaire, 2007; Malchaire & Piette, 2002; Serranheira *et al.*, 2008; Uva *et al.*, 2008).

Tabela 11 – Metodologia de identificação e avaliação do risco das LMERT baseada na estratégia SOBANE

	<b>Etapas 1 Rastreio</b>	<b>Etapas 2 Observação</b>	<b>Etapas 3 Análise</b>	<b>Etapas 4 Perícia</b>
Quando?	Em todos os postos de trabalho	Nos postos de trabalho de risco provável	Nos locais de risco elevado	Nas situações de trabalho complexas
Como?	Observações e registos simples	Observações com avaliação (qualitativa e/ou quantitativa)	Avaliações quantitativas	Avaliações especializadas
Métodos utilizados	Listas de verificação e identificação de fatores de risco	Métodos de observação no local de trabalho	Métodos de observação em registos de vídeo	Recurso a instrumentação
Que custos?	Negligenciáveis 10 minutos /posto	Baixos 1 hora/posto	Moderados 1 a 2 dias/posto	Elevados 1 a 2 semanas/posto
Quem?	Trabalhadores com formação específica	Trabalhadores e técnicos	Técnicos	Peritos
Competências na atividade de trabalho	Muito elevadas	Elevadas	Moderadas	Fracas



	<b>Etapa 1 Rastreio</b>	<b>Etapa 2 Observação</b>	<b>Etapa 3 Análise</b>	<b>Etapa 4 Perícia</b>
Competências em Ergonomia	Fracas	Moderadas	Elevadas	Muito elevadas

Adaptado de Malchaire (2007) e Uva *et al.* (2008)

#### 2.2.5.1. Rastreio

Nesta etapa são aplicados métodos simples de avaliação do risco, sob a forma de questionários ou listas de verificação, que permitem identificar a presença (ou ausência) de exposição aos principais fatores de risco (Serranheira *et al.*, 2008). O rastreio deve ser realizado em todos os postos de trabalho com a colaboração dos trabalhadores que estão diretamente envolvidos e conhecem as condições de trabalho (Malchaire, 2007), principalmente se estes tiverem formação em Saúde e Segurança e sobre os fatores de risco de LMERT (Serranheira *et al.*, 2008). No final desta etapa, selecionam-se os fatores de risco que precisam de uma investigação mais detalhada, a fim de determinar medidas para a redução e/ou eliminação da exposição aos mesmos (Malchaire, 2007).

Além da facilidade de aplicação, os métodos aqui utilizados têm como vantagens a aplicabilidade a diversas situações de trabalho e a possibilidade de avaliação de um grande número de trabalhadores a um custo relativamente baixo (David, 2005). O questionário é o método mais utilizado em estudos epidemiológicos, tendo já sido validado anteriormente por Björkstén, Boquist, Talbäck, & Edling (1999). No entanto, verifica-se que as percepções dos trabalhadores em relação à sua exposição aos fatores de risco de LMERT são imprecisas e, conseqüentemente, não fidedignas (David, 2005), sendo, assim, considerado o meio de recolha de informação menos preciso (Spielholz *et al.*, 2001). Por sua vez, Serranheira *et al.* (2008) revelam que, no âmbito de um projeto de investigação, se depararam com a dificuldade dos inquiridos na resposta a determinadas questões, fruto da iliteracia quase total dos mesmos.

Numa revisão bibliográfica levada a cabo por Malchaire *et al.* (2001) acerca dos fatores associados a problemas músculo-esqueléticos em estudos epidemiológicos, verificou-se que o *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) de Kuorinka *et al.* (1987) havia sido o método mais utilizado. O *Dutch Musculoskeletal Questionnaire* (DMQ) (Hildebrandt, Bongers, Van Dijk, Kemper, & Dul, 2001) consiste noutro questionário bastante popular no âmbito da avaliação da sintomatologia músculo-esquelética.

As listas de verificação ou “filtros” são, igualmente, muito utilizadas na identificação de potenciais fatores de risco e conseqüente necessidade de procedimento mais detalhado (Serranheira *et al.*, 2008). O PLIBEL (Kemmlert, 1995), o OSHA (Silverstein, Stetson, Keyserling, & Fine, 1997), o *Risk Filter* (HSE, 2002) e o *Quick Exposure Check* (QEC) (David, Woods, Li, & Buckle, 2008) são alguns dos filtros mais conhecidos. O objetivo é que estes sejam utilizados num primeiro momento de avaliação do risco de LMERT, sendo necessário recorrer a métodos do nível 2 sempre que se verifique a presença ou existência de fatores de risco, particularmente uma qualificação de fatores que aponte para a eventualidade de níveis elevados de risco (Colombini, 2001).

Outra ferramenta de rastreio desenvolvida recentemente e largamente aceite pelas indústrias europeias é a *Ergonomic Assessment Worksheet* (EAWS) (Schaub, Caragnano, Britzke, & Bruder, 2013), que permite uma avaliação holística da carga de trabalho físico exigida ao corpo do trabalhador e da carga repetitiva exigida aos membros superiores. Por ser tão detalhada e analítica, pode também ser utilizada como uma ferramenta de análise de segundo nível, conseguindo sempre identificar a origem do risco (IMD, 2015).

#### 2.2.5.2. Observação

Neste nível de análise, as atividades de trabalho identificadas com maior risco de LMERT são prioritárias, devendo ser utilizados os métodos de avaliação designados por métodos observacionais simples. Segundo Takala *et al.* (2010), este tipo de métodos são a abordagem mais utilizada para avaliar a carga do trabalho inculida aos trabalhadores, a fim de (1) identificar os fatores de risco, (2) monitorar os efeitos das alterações ergonómicas efetuadas nos postos de trabalho, e (3) desenvolver

trabalhos científicos sobre esta temática. Apesar de serem menos precisos do que os métodos de medição direta, são mais fáceis de aplicar, menos dispendiosos e mais flexíveis quanto à recolha de informação no campo (Chiasson *et al.*, 2012). Por conseguinte, David (2005) destaca o significativo aumento do número de métodos observacionais publicados nos últimos anos.

Na Tabela 12 apresentam-se alguns exemplos de métodos observacionais simples para a avaliação do risco de LMERT, sistematizados de acordo com as exigências da atividade de trabalho e o campo de aplicação.

Segundo Denis *et al.* (2005), citados por Chiasson *et al.* (2012), o primeiro passa para a seleção do método a utilizar passa por testá-los no campo e comparar os resultados obtidos. No entanto, apesar dos grandes avanços na área, a literatura científica apresenta poucos estudos que comparem os resultados destes métodos e, os que comparam, utilizam amostras pequenas e/ou de um único local de trabalho. Adicionalmente, não se sabe, ainda, quais destes métodos são os mais eficazes na prevenção das LMERT.

#### 2.2.5.3. *Análise*

Esta etapa dirige-se às situações de trabalho classificadas com risco elevado de LMERT anteriormente, sendo a sua avaliação efetuada através de métodos observacionais em registos de vídeo. Estes métodos recolhem dados, com recurso a gravação de vídeo ou computador, que são, posteriormente, analisados de forma objetiva através de *software* específico, permitindo uma quantificação de maior detalhe relativamente aos fatores de risco e consequente exposição (Serranheira *et al.*, 2008). Os métodos *Task Recording Analysis on Computer* (TRAC) (van der Beek, van Gaalen, & Frigs-Dresen, 1992), *Lumbar Motion Monitor* (LMM) (Marras *et al.*, 1993) e *Portable Ergonomic Observation* (PEO) (Fransson-Hall, Bystrom, & Kilbon, 1995), representam alguns exemplos. Uma extensa lista é apresentada por David (2005), onde são também descritas as principais características e funcionalidades destas ferramentas.

A aplicação dos métodos observacionais em registos de vídeo pressupõe uma observação cuidada da atividade de trabalho, com o objetivo de determinar os elementos que contribuem de forma significativa para a existência de risco, e permite uma análise detalhada a nível postural, de movimentos, de aplicação de força, de contacto com outras estruturas e superfícies vibráteis e de variabilidade (repetitividade), registada em tempo real e orientada para as regiões corporais identificadas com maior nível de risco na segunda etapa (David, 2005; Serranheira *et al.*, 2008).

Como desvantagens salientam-se a elevada complexidade, exigindo sistemas informáticos específicos para a recolha e processamento dos dados, os custos, o tempo requerido e a necessidade de pessoal qualificado (David, 2005; Malchaire & Piette, 2002; Serranheira *et al.*, 2008).

#### 2.2.5.4. *Perícia*

Por último, a etapa da perícia aplica-se a situações de trabalho específicas e complexas, sobre as quais não tenha sido possível obter informação suficiente para se alterar o posto de trabalho, e reduzir assim o seu risco de LMERT, nos níveis de análise anteriores (Malchaire & Piette, 2002).

Neste sentido, aqui são requeridos métodos de avaliação suportados por instrumentação, nomeadamente, e entre outros, a electromiografia (EMG), a acelerometria e a pressurometria, cujos resultados são mais precisos e fiáveis (David, 2005, e Juul-Kristensen *et al.*, 2001, citados por Chiasson *et al.*, 2012). Contudo, os elevados custos associados aos equipamentos utilizados, a necessidade de contratação de pessoal altamente qualificado e o facto de estarem, frequentemente, restritos aos laboratórios, essencialmente devido ao seu carácter invasivo, impede o seu uso por um grande número de indivíduos ou em situações que envolvam a recolha de dados durante um longo período de tempo (David, 2005; Serranheira *et al.*, 2008). Spielholtz *et al.* (2001) referem que a utilização de métodos de medição direta para avaliação do risco nem sempre é a mais indicada, tendo conseguido mostrar que a eletrogoniometria conduz a resultados menos precisos do que os obtidos através da aplicação de métodos observacionais em registos de vídeo.

Tabela 12 – Exemplo de métodos observacionais simples para a avaliação do risco de LMERT

<b>Método</b>	<b>Fonte</b>	<b>Características</b>	<b>Campo de aplicação</b>
Revised NIOSH Lifting Equation (NIOSH'91)	(NIOSH, 1991)	Método quantitativo para a avaliação do risco das tarefas de manipulação manual de cargas.	Região lombar
Rapid Upper Limbs Assessment (RULA)	(McAtamney & Corlett, 1993)	Método quantitativo indicado para a análise do risco postural, dinâmico e estático, incluindo a força e a repetitividade.	Membros superiores
Kilbom	(Kilbom, 1994)	Método semiquantitativo que permite a avaliação do risco considerando as diferentes zonas corporais, o tipo de trabalho e a frequência, recomendando, para cada zona, os limites de frequência de movimentos repetitivos.	Membros superiores
Strain Index (SI)	(Moore & Garg, 1995)	Método semiquantitativo que permite a medição ou estimativa de seis variáveis da atividade de trabalho: intensidade e duração do esforço por ciclo de trabalho, número de esforços/minuto, postura da mão/pulso, velocidade de execução e duração da atividade por dia.	Extremidades Membros Superiores
Occupational Repetitive Actions (OCRA)	(Occhipinti, 1998)	Método quantitativo que avalia o risco de LMERT através de um índice de exposição que considera as posturas, a repetitividade, a frequência, a força, a duração do trabalho, as pausas e outros fatores de risco adicionais (por exemplo, a exposição ao frio).	Membros Superiores
Rapid Entire Body Assessment (REBA)	(Hignett & McAtamney, 2000)	Método quantitativo para a análise de posturas de trabalho imprevisíveis, incluindo as forças, cargas e pegas associadas.	Corpo inteiro
EN 1005-05	(EN 1005-05:2007)	Método quantitativo baseado no OCRA.	Membros Superiores
EN 1005-02	(EN 1005-02:2007)	Método quantitativo baseado no NIOSH, diferenciando-se pelo facto de, adicionalmente, permitir a análise da manipulação de cargas realizada apenas com uma mão e/ou efetuada por dois operadores e considerar a existência de outros fatores adicionais associados como, por exemplo, o caminhar e a subida de degraus.	Região lombar
ISO 11228-2	(ISO 11228-2:2007)	Método quantitativo que permite determinar a força máxima que pode ser aplicada em atividades de puxar e empurrar, tendo em consideração a frequência de realização da tarefa, a altura de aplicação da força, a distância percorrida com a carga e as características do operador (sexo e idade).	Região lombar
Evaluación específica de riesgos por posturas y movimiento (ERPM)	(Álvarez-Casado <i>et al.</i> , 2009)	Método qualitativo baseado nas normas UNE EN 1005-4 e ISO 11226:2000, que analisa as diferentes regiões do corpo, incluindo praticamente todas as articulações e posturas dinâmicas ou estáticas do aparelho locomotor.	Corpo inteiro
Metodologia de Avaliação de Risco por Zona Corporal (MARZC)	(Carrelhas, 2010)	Método quantitativo que permite uma avaliação integrada do risco de LMERT por zona corporal, baseando-se nos métodos OCRA, SI, RULA e ERPM. Os resultados são apresentados num diagrama corporal.	Corpo inteiro

### 2.2.6. Prevenção

Depois da identificação e da avaliação do risco de LMERT - fase de diagnóstico-, é necessário prosseguir para a prevenção - fase de gestão.

Segundo Serranheira, Sousa-Uva, & Leite (2012), a prevenção das LMERT passa pela existência de um conjunto de procedimentos ergonómicos integradores que, de modo sistemático, reduzem a probabilidade das condições de trabalho provocarem efeitos adversos na saúde do trabalhador até um nível considerado aceitável. Assim, um programa de prevenção deve envolver a participação de todos os trabalhadores da empresa, incluindo os órgãos de gestão (de topo e intermédia), e não apenas o médico e os trabalhadores com doenças ou lesões já identificadas (Uva *et al.*, 2008).

A Agência para a Segurança e Saúde no Trabalho (AESST, 2007a) apresenta uma abordagem de gestão integrada das LMERT, sugerindo que o combate a estas patologias não deve centrar-se apenas na prevenção, mas também na manutenção em atividade, reabilitação e reintegração dos trabalhadores aos quais já foi diagnosticado algum tipo de lesão.

No ano de 2008, Serranheira *et al.* (2008) apresentaram um modelo de gestão de risco de LMERT constituído por quatro componentes: (1) análise e intervenção ergonómica; (2) vigilância da saúde do trabalhador; (3) diagnóstico e tratamento médico; e (4) informação e formação dos trabalhadores. As metodologias de análise do trabalho recorrem a técnicas que decompõem a atividade de trabalho nos seus diferentes e sucessivos acontecimentos, permitindo a observação de detalhes, tais como as aplicações de força, a frequência dos movimentos e as posturas adotadas pelos trabalhadores. Além disso, a análise ergonómica do trabalho permite a compreensão de outros aspetos relevantes do trabalho, como o ambiente, a organização e as exigências físicas e mentais para os trabalhadores (Serranheira *et al.*, 2008). Quando realizada por técnicos sem formação específica na área, o que acontece frequentemente, pode levar à obtenção de diagnósticos incorretos.

O grande objetivo da análise ergonómica reside na proposta de medidas corretivas que reduzam ou eliminem os riscos identificados. Aqui, surge a intervenção ergonómica, atuando sobre o trabalho no sentido de o adaptar às características, capacidades e limitações dos trabalhadores (Serranheira *et al.*, 2008).

As conclusões da análise sistemática da literatura de investigação relativa às intervenções de prevenção dos riscos de LMERT, levada a cabo pela AESST e publicada em 2008 (EASHW, 2008), apresentam-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Principais conclusões extraídas da revisão da literatura acerca da prevenção das LMERT, desenvolvida pela AESST, por tipo de intervenção

Tipo de intervenção	Principais conclusões
Intervenções organizacionais e administrativas	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Uma redução do número de horas de trabalho diárias pode reduzir a incidência das LME;</li><li>▪ A introdução de pausas adicionais num trabalho repetitivo tem um impacto positivo na incidência das LME e não implica obrigatoriamente a perda de produtividade.</li></ul>
Intervenções técnicas	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ As medidas técnicas de Ergonomia (por exemplo, a utilização de ferramentas manuais ergonómicas e o <i>redesign</i> de postos de trabalho) podem reduzir o esforço imposto à região dorso-lombar e aos membros superiores e, portanto, a ocorrência de LME, sem perda de produtividade.</li></ul>
Equipamento de proteção	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Não existem provas que permitam concluir que a utilização de determinados equipamentos de proteção individual (como, por exemplo, as cintas sacrolombares) constitua um método de prevenção.</li></ul>

Tipo de intervenção	Principais conclusões
Alteração dos comportamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A formação em métodos de trabalho de movimentação manual de cargas não é eficaz se for utilizada como medida única de prevenção.</li> <li>▪ A preparação física pode ser eficaz para reduzir a recorrência de dores na lombar, nos ombros e na região cervical, devendo incluir uma exercitação vigorosa, repetida, pelo menos, três vezes por semana.</li> </ul>

Adaptado de AESST (2008)

Ao nível das estratégias de aplicação das medidas preventivas, a AESST (2008) confirma a necessidade de uma combinação de vários tipos de intervenções (abordagem pluridisciplinar), que inclua medidas organizacionais, técnicas e pessoais, e garante que a implementação de medidas isoladas tem pouca eficácia. Adicionalmente, a participação dos trabalhadores (abordagem participativa) no processo de mudança contribui para o êxito da intervenção (AESST, 2008; Serranheira, Sousa-Uva, & Leite, 2012).

A rotação de tarefas consiste numa das intervenções organizacionais frequentemente adotadas pelas indústrias, sendo definida por Howarth *et al.* (2009) como uma forma de organização do trabalho caracterizada pela alternância dos trabalhadores entre tarefas com diferentes exigências e níveis de risco, de modo a evitar a sobrecarga muscular de determinadas regiões corporais. É importante reter que esta medida não elimina o risco de LMERT, apenas o redistribui entre os trabalhadores, com tempos de exposição menores, resultando assim numa diminuição do mesmo. Desta maneira, a rotação de tarefas não é considerada uma alternativa à reconceção de postos de trabalho.

De acordo com Pombeiro (2011), os programas de rotatividade de tarefas deverão ter como objetivo a modificação dos padrões de exposição, das posturas adotadas, dos níveis de concentração exigidos e da intensidade da atividade de trabalho. Assim, cada operador deve rodar entre postos de trabalho com uma elevada exigência física/baixa exigência cognitiva (caracterizados, por exemplo, pela manipulação manual de cargas ou o abastecimento de máquinas) e postos com uma elevada exigência cognitiva/baixa exigência física (com tarefas que consistem na inspeção/controlo de qualidade, a título de exemplo).

Relativamente à avaliação da eficácia da rotação de tarefas na prevenção de patologias músculo-esqueléticas, os estudos relevantes existentes mostram resultados contraditórios. Guimarães, Anzanello, & Renner (2012) observaram um decréscimo na incidência de LMERT num grupo de trabalhadores da indústria do calçado que participou num programa de rotatividade. Em oposição, num estudo efetuado numa linha de montagem da indústria automóvel por Fredriksson, Bildt, Hägg, & Kilbom (2001) constatou-se um significativo aumento na prevalência de sintomas músculo-esqueléticos, nomeadamente ao nível da região lombar.

Neste seguimento, os resultados da extensa revisão da literatura levada a cabo por Padula, Comper, Sparer, & Dennerlein (2017) demonstraram uma evidência fraca relativamente à eficácia da implementação da rotatividade de tarefas em indústrias transformadoras para prevenção das LMERT e redução da exposição dos trabalhadores aos fatores de risco físicos. Por outro lado, verificaram a existência de uma correlação positiva entre a rotatividade e um elevado nível de satisfação no trabalho. Desta maneira, verifica-se a necessidade de desenvolver estudos mais rigorosos e que se baseiem na mesma metodologia e critérios de análise com o intuito de compreender o impacto dos programas de rotatividade na saúde dos trabalhadores.

No que diz respeito à vigilância da saúde do trabalhador, esta tem como principal objetivo detetar sintomas e sinais precoces de LMERT, podendo ser implementada através da realização de exames médicos (de admissão, periódicos ou ocasionais). Por norma, esta é realizada pelo médico do trabalho da empresa, pois é ele quem reúne as melhores condições para perceber as implicações da exposição aos fatores de risco na saúde dos trabalhadores (Serranheira *et al.*, 2008). Os autores alertam para a

importância da vigilância médica na prevenção das LMERT, quando efetuada corretamente e não sob a forma de “revisão periódica”, algo que estes consideram inútil.

Quando um trabalhador apresenta sintomas de LMERT, é adotado o seguinte procedimento composto por 4 ações (Uva *et al.*, 2008): (1) verificar se os sintomas começaram, recidivaram ou agravaram após o início da atividade de trabalho atual; (2) verificar se o trabalhador está exposto a fatores profissionais de risco associados a LME localizada; (3) analisar a possibilidade dos sintomas não terem origem ocupacional; e (4) decidir acerca do nível da relação dos sintomas com o trabalho. Para Serranheira *et al.* (2008), o diagnóstico e o tratamento médico dos casos clínicos, incluindo o processo de readaptação ao trabalho e a determinação dos períodos de inatividade, consistem em duas das principais dificuldades com que o médico do trabalho se depara relativamente a um trabalhador com LMERT. Os autores sugerem que o afastamento do local de trabalho é, na maioria das vezes, indispensável ao tratamento da lesão e que o tratamento cirúrgico, quando indicado, raramente apresenta resultados, se a exposição a fatores de risco de LMERT não for cessada.

Também o tratamento das patologias músculo-esqueléticas (médico ou cirúrgico) deve ser conduzido pelo médico do trabalho que, intervindo junto do trabalhador e da empresa, é a pessoa mais indicada para o acompanhamento da situação clínica do trabalhador.

O envolvimento dos trabalhadores no processo de prevenção das LMERT pressupõe que estes estejam informados e formados na matéria dos fatores de risco e das lesões, incluindo a questão da influência dos fatores de risco não profissionais na etiologia e/ou agravamento das lesões (Uva *et al.*, 2008). A formação deve ser facultada a todos os trabalhadores que se relacionam de alguma forma com o processo produtivo. De acordo com NIOSH (1997), a ausência de formação pode constituir igualmente um fator de risco.

Outros investigadores defendem que a seleção de trabalhadores cujas capacidades são mais adequadas para trabalhos fisicamente exigentes consiste numa estratégia válida para a prevenção das doenças músculo-esqueléticas (por exemplo, Stevenson, 2014). Esta medida levanta ainda muitas questões, já que pode ser entendida como uma forma de discriminação, o que, em alguns países, pode criar entraves. Além disso, até então, não existe uma forma objetiva, globalmente aceite, para a medição do nível de condição física do ser humano. Assim, para o investigador, as melhores abordagens prendem-se com a mudança das condições de trabalho de maneira a que estas se ajustem às capacidades dos trabalhadores e a disponibilização de ferramentas e dispositivos que auxiliem os trabalhadores através da redução da carga biomecânica a que estes são sujeitos.

### 2.3. O Lean Production System e a Ergonomia

Womack *et al.* (1990) definem Lean Production (LP) como um sistema de produção disruptivo que combina as vantagens do sistema de produção artesanal com o sistema de produção em massa, reduzindo os custos elevados do primeiro e a inflexibilidade do segundo. Este conceito foi utilizado pela primeira vez por Krafcik, no ano de 1988, no seu artigo “Triumph of the Lean Production System” para designar o sistema de produção aplicado em algumas fábricas japonesas do setor automóvel instaladas nos Estados Unidos durante os anos 80 (Holweg, 2007). Este sistema teve origem nas fábricas de automóveis da Toyota, daí ser também conhecido como TPS (Toyota Production System) (Monden, 1983), após a Segunda Guerra Mundial, em virtude do facto de, nessa época, a indústria japonesa não conseguir adotar o modelo de produção em massa devido à falta de recursos e às variações observadas na procura (Liker, 1998).

Este modelo de produção evoluiu para uma filosofia de pensamento, Lean Thinking, que, segundo Womack & Jones (2003), se rege pelos seguintes princípios: (1) criação de valor para o cliente, (2) mapeamento da cadeia de valor, (3) criação de um fluxo contínuo, (4) implementação de um sistema de produção *pull*, e (5) procura pela perfeição. Para Imai (1997) estes princípios só são alcançados através da aplicação de dois conceitos-chave: produção JIT (Just-In-Time) e melhoria contínua (*kaizen*).

O Lean Thinking foca-se na eliminação do desperdício (*muda*, em japonês) que, segundo Taiichi Ohno, consiste em qualquer atividade que consome recursos, mas não cria valor para o produto, sob a perspetiva das necessidades e requisitos do cliente (Womack & Jones, 2003). Deste modo, Ohno identificou os 7 principais tipos de desperdício: (1) sobreprodução, (2) tempos de espera, (3) transporte desnecessário, (4) sobreprocessamento ou processamento incorreto, (5) *stock* desnecessário, (6) deslocação desnecessária de pessoas, e (7) produtos defeituosos. Vários autores referem-se à não utilização da criatividade dos colaboradores como um oitavo desperdício nesta lista, que está relacionado com um dos conceitos-chave do TPS enunciado por Monden (1983) - o pensamento criativo (por exemplo, Liker & Meier, 2006, e Walder, Karlin, & Kerk, 2007). De acordo com Liker & Meier (2006) é possível identificar desperdício em qualquer processo, portanto, o grande desafio prende-se com o desenvolvimento de um método sistemático para a identificação e eliminação contínua das atividades de valor não acrescentado.

O LP objetiva maximizar valor e reduzir o desperdício através de ferramentas e metodologias que auxiliam na melhoria de processos (Maia, Alves, & Leão, 2012; Liker & Meier, 2006; Pettersen, 2009; Wilson, 2010), sendo que, de acordo com Maia, Alves, & Leão (2012) e Arezes *et al.* (2015), a redução do desperdício deve ser aliada à melhoria das condições de trabalho dos colaboradores. Desta forma, é necessário prestar especial atenção ao conceito de *muri*, uma palavra japonesa que significa esforço físico ou sobrecarga. De acordo com os princípios do Lean Production System (LPS), ações como (1) a flexão do tronco, (2) a repetição de posturas penosas, e (3) as movimentações desnecessárias, são consideradas sobrecargas e, como tal, devem também ser eliminadas (Arezes *et al.*, 2015). Para os autores, qualquer implementação do LPS que não reduza o *muri* não representa o “verdadeiro espírito” desta filosofia de produção.

Já no ano de 1990, Womack *et al.* (1990), com o tão famoso livro “The machine that changed the world”, descreviam o LPS como o sistema mais eficiente para a organização de todos os tipos de produção industrial, apresentando resultados excelentes quer ao nível da produtividade e qualidade quer ao nível da melhoria das condições de trabalho. Segundo Arezes, Dinis-Carvalho, & Alves (2015), alguns dos pontos positivos resultantes da implementação do LPS estão relacionados com os aspetos do trabalho que contribuem para a motivação e satisfação dos trabalhadores como a estabilidade profissional, a redução dos níveis hierárquicos e a qualificação dos trabalhadores. Outros autores assinalam ainda o reduzido esforço humano e a autonomia dos trabalhadores (Hunter, 2002, e Genaidy & Karwowski, 2003, citados por Arezes *et al.*, 2015). Para além do trabalho em equipa, a inovação, a colaboração, a polivalência e o acréscimo de responsabilidades, englobam algumas características do LP consideradas como benéficas para os trabalhadores (Sepälä & Klemola, 2004). Bittencourt *et al.* (2011) defendem a existência de uma forte sinergia entre as técnicas de produção *lean* e a Ergonomia, apresentando uma revisão bibliográfica sobre os aspetos ergonómicos

envolvidos nas técnicas e/ou sistemas de LP como, por exemplo, sistema JIT, Jidoka, sistema Kanban e *layout* celular.

Por outro lado, é possível encontrar na literatura mais recente um número significativo de publicações que salientam os aspetos negativos da implementação do LPS relativamente às condições ergonómicas dos postos de trabalho. Genaidy & Karwowski (2003), citados por Arezes, Dinis-Carvalho & Alves (2015), realçam que, pelo menos teoricamente, um sistema de produção *lean* pode exigir um esforço-limite dos recursos musculares, cognitivos e emocionais dos trabalhadores. Para Nunes & Cruz-Machado (2007), a implementação de novos paradigmas de produção como o LP reduz os tempos de ciclo e a variedade do trabalho e, por isso, tende a aumentar as tensões físicas e psicológicas dos trabalhadores. Pode assumir-se que a redução do tempo de ciclo implica o aumento da repetitividade e da intensidade do trabalho (Saurin & Ferreira, 2009). Por sua vez, Parker (2003) efetuou um estudo acerca das consequências da introdução de práticas *lean* numa linha de montagem, concluindo que o LP reduziu a autonomia, a participação e a utilização de todas as capacidades dos colaboradores. De acordo com a revisão da literatura efetuada por Koukoulaki (2014), as práticas JIT do LP como a eliminação do desperdício e das atividades de valor não acrescentado são as que mais provocam efeitos negativos nos trabalhadores, já que causam a intensificação do trabalho, que, por sua vez, está relacionada com o aumento dos níveis de *stress*. Da mesma forma, em todas as publicações analisadas por Arezes, Dinis-Carvalho, & Alves (2015), os autores verificaram um aumento do *stress* nos trabalhadores resultante do LP. Todavia, os resultados do estudo de larga escala efetuado por Conti, Angelis, Cooper, Faragher, & Gill (2006) indicaram que o LP não é intrinsecamente stressante e não está estreitamente relacionado com o bem-estar dos trabalhadores. Arezes *et al.* (2010) sugerem que os impactos negativos do LP sobre as condições ergonómicas dos postos de trabalho podem resultar de uma má compreensão e, consequentemente, aplicação ineficiente dos princípios deste sistema de produção.

Através de uma revisão bibliográfica, Maia, Alves, & Leão (2012) concluíram que as metodologias *lean* não incluem uma ferramenta que permita medir o esforço incutido aos trabalhadores na realização das suas tarefas, suscitando assim muitas dúvidas acerca da intenção do LP em reduzir o esforço humano e promover um ambiente de trabalho saudável.

No que diz respeito à relação entre o LPS e as LMERT, alguns autores defendem que o primeiro conduz ao aumento da prevalência de lesões, como resultado do aumento das exigências do trabalho e da redução do controlo sobre o mesmo (Womack *et al.*, 2009; Eklund & Berglund, 2007). Arezes, Dinis-Carvalho, & Alves (2015) sugerem que os tempos de ciclo inferiores a 60 segundos, tipicamente associados ao TPS, consistem num importante fator de risco de LMERT e podem ter um impacto negativo no bem-estar dos trabalhadores. Brännmark & Håkansson (2012) constataram igualmente que existe uma tendência para o aumento do risco de LMERT decorrente da implementação de sistemas *lean*, que pode ser mais significativo se do processo de implementação não fizer parte um programa de intervenção ergonómica. Para Koukoulaki (2014), o facto de o LP ser associado ao aumento dos sintomas de LMERT nas publicações mais antigas pode advir de estratégias de implementação rígidas aplicadas no setor da indústria automóvel nos anos 90, nomeadamente com as práticas JIT.

O trabalho em equipa, característico do LP, tende a abster as pessoas de reportarem a sua sintomatologia ME ou pedirem uma baixa médica, pois, quando o trabalho é gerido e executado desta forma, uma ausência afeta a produtividade de todo o grupo. Isto foi comprovado por Adler *et al.* (1997) e Berggren *et al.* (1991), citados por Arezes, Dinis-Carvalho, & Alves (2015), nos seus estudos no ramo da indústria automóvel, onde os trabalhadores eram encorajados a trabalhar mesmo sentindo dores.

Em contrapartida, outros investigadores defendem que uma correta implementação do LPS pode resultar em efeitos positivos para a saúde dos trabalhadores, incluindo a redução das LMERT (por exemplo, Hunter, 2002). Uma das ferramentas *lean* que pode auxiliar nesta questão é o trabalho normalizado (Arezes *et al.*, 2015), já que, quando se cria um *standard*, dá-se uma maior atenção ao método de trabalho, tendo-se em conta todas as questões de segurança e prevenção das LMERT. Assim sendo, quando um trabalhador segue uma instrução de trabalho desenhada e testada previamente, está a prevenir riscos profissionais e a reduzir o risco de desenvolvimento de LMERT.



Gilkinson (2007) mostrou que, quando combinados, o Lean e a Ergonomia levam à redução do risco de LMERT e à melhoria do sistema produtivo. Womack *et al.* (2009) estudaram também a relação entre o LPS e as LMERT na indústria automóvel, concluindo que um sistema de produção *lean* não incrementa necessariamente o risco de lesões.

Recentemente, foi proposto um modelo ilustrativo da interação entre as práticas de LP e os fatores de risco de LMERT por Koukoulaki (2014). Segundo este modelo, a redução do desperdício, o JIT e o trabalho normalizado, aumentam a intensidade do trabalho, que está relacionada com os fatores de risco físicos e psicossociais. Por outro lado, a redução de certos tipos de desperdício como a movimentação e o transporte pode ter um efeito positivo nos colaboradores, reduzindo variados fatores de risco físicos como as posturas penosas e a manipulação manual de cargas. Deste modelo destaca-se o grande impacto do LP nos fatores de risco psicossociais, que, por sua vez, estão fortemente relacionados com a prevalência de LMERT.

Nesta revisão bibliográfica verificou-se a não existência de um consenso entre os vários investigadores que se dedicaram ao estudo do impacto da implementação do LPS na ergonomia dos postos de trabalho. Para Parker (2003), estas inconsistências devem-se à maneira como o sistema de produção é implementado, que varia consideravelmente entre os diferentes estudos. Determinadas organizações chegam mesmo a combinar os princípios *lean* com os de outros sistemas de produção. Muitos investigadores detetaram, ainda, discrepâncias consideráveis entre os conceitos teóricos do LP e a sua implementação prática (Koukoulaki, 2014). Por exemplo, em teoria, este sistema de produção dá mais autonomia aos colaboradores, todavia, na prática verifica-se a presença de uma autonomia restrita ou monitorizada de perto pelas chefias, o que também está diretamente relacionado com a elevada standardização dos processos. Na opinião de Arezes, Alves, & Dinis-Carvalho (2015), uma das razões possíveis para este não entendimento pode dever-se ao modelo organizacional existente antes da implementação do LPS.

A equipa responsável pela implementação e manutenção do LPS deve olhar para a Ergonomia e Segurança como olha para a redução de desperdício e criação de valor (Kester, 2013). O autor afirma que a integração da Ergonomia nos processos *lean* deve começar na fase de planeamento e apresenta os seguintes seis tópicos que devem ser tidos em conta para uma integração efetiva:

1. Priorização Lean – selecionar os processos produtivos com o maior número de fatores de risco de LMERT para análise;
2. Formação em Ergonomia – formar os líderes da equipa Lean em Ergonomia para que estes consigam reconhecer os fatores de risco de LMERT e aplicar os conceitos ergonómicos aquando da melhoria dos processos;
3. Conceção dos postos e do fluxo de trabalho – focar a equipa Lean na aplicação de conceitos de *design* ergonómico de maneira a que esta consiga atingir os seus objetivos *lean*, ou seja, reduza erros dispendiosos e os fatores de risco de LMERT, que atrasam o ritmo de trabalho, diminuem a produtividade e levam ao aumento dos custos com indemnizações aos trabalhadores;
4. Avaliação dos riscos relacionados com as LMERT – avaliar e quantificar os fatores de risco permite à equipa Lean comparar e priorizar os níveis de risco dos diferentes processos de produção e ainda confirmar o impacto da implementação de ações sobre as condições ergonómicas dos postos de trabalho;
5. Envolvimento de todos os intervenientes de cada processo – envolver todos os colaboradores que intervêm num determinado processo é essencial para o seu *redesign* e para o sucesso de qualquer intervenção *lean*;
6. Quantificação do impacto financeiro – medir o impacto financeiro das soluções que integram as questões ergonómicas e as práticas do LP, através da atualização dos níveis de produtividade e qualidade, dos custos, do número de queixas dos trabalhadores e dos níveis de risco de LMERT, é fundamental para o apoio e envolvimento da gestão de topo.

Em suma, uma boa solução *lean* é aquela que, além de aumentar a eficiência do processo, melhora as condições ergonómicas do mesmo, desenvolvendo o espírito de equipa e a motivação dos trabalhadores (Arezes *et al.*, 2015). O alinhamento dos princípios do LP com a Ergonomia permite-

nos “trabalhar de forma mais inteligente, ao invés de mais árdua” (Walder & Karlin, 2007, citados por Maia, Alves, & Leão, 2012).

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho pode ser dividido em dois tópicos principais – avaliação e melhoria das condições ergonómicas, e estudo e aumento da eficiência dos processos da secção –, nos quais foram utilizados diferentes métodos de análise e que foram desenvolvidos em simultâneo. A Figura 2 esquematiza de modo simples a metodologia adotada nesta investigação. Naturalmente, à medida que o trabalho prático era desenvolvido, uma intensa revisão bibliográfica ocorria paralelamente.

Abaixo, segue-se a lista de materiais utilizados nesta investigação:

- Software IGEL;
- Cronómetro;
- Dinamómetro;
- Máquina de filmar;
- Máquina fotográfica; e
- Fita métrica.

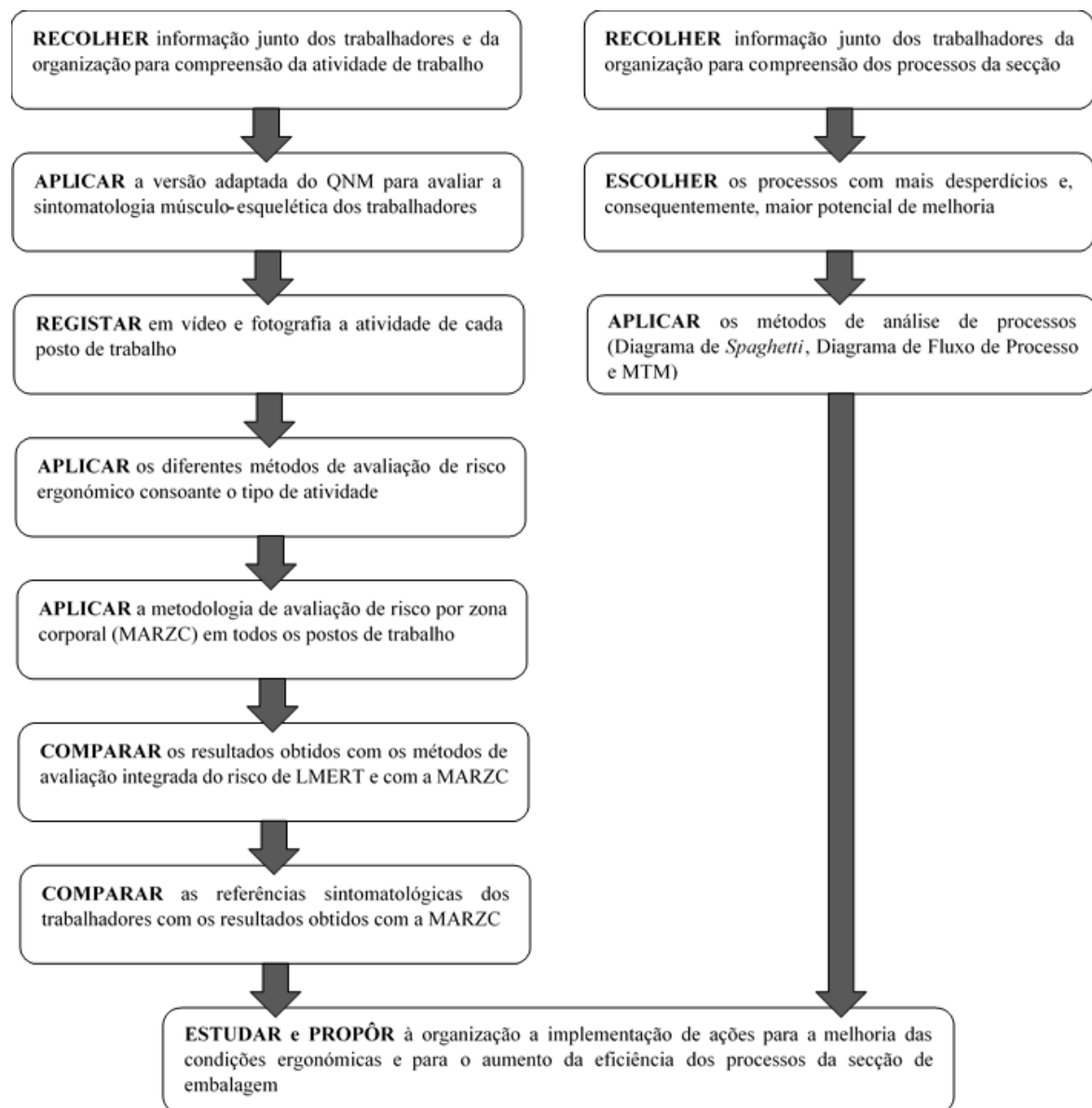


Figura 2 – Metodologia adotada na investigação

### 3.1. Metodologia adotada para a avaliação e melhoria das condições ergonómicas da secção

No que diz respeito à avaliação das condições ergonómicas da secção de embalagem, foram aplicados oito métodos de avaliação de risco de LMERT com o intuito de se avaliarem corretamente as diferentes atividades de trabalho e de se obterem os resultados pretendidos.

O primeiro método utilizado para a avaliação geral das condições de todos os postos de trabalho foi a *Checklist* de Ergonomia para Sistemas de Trabalho Manuais da empresa. Por questões de confidencialidade, esta *checklist* não pode ser apresentada, contudo, será feita uma breve explicação do seu propósito de análise. Este método é utilizado pelo departamento de Métodos e Tempos e Ergonomia para a avaliação de postos de trabalho novos ou que tenham sofrido alguma alteração desde a sua introdução na fábrica. Consiste numa lista de verificação com vinte questões, as quais podem ser respondidas com “sim”, “ocasionalmente” ou “não”, sendo que as duas últimas respostas necessitam de ser justificadas. As questões distribuem-se pelos seguintes seis tópicos: (1) Postura corporal e altura de trabalho; (2) Área de alcance e campo de visão; (3) Espaço de movimentação e acesso; (4) Mostradores e dispositivos operacionais; (5) Peso de peças e cargas manuseadas; e (6) Avaliação de risco. Como o nome indica, a primeira secção da *checklist* avalia a postura corporal adotada pelo colaborador durante o desempenho da sua atividade de trabalho, considerando que uma boa postural corporal é aquela que não exige uma significativa flexão e torção do tronco e da cabeça. Relativamente à altura ótima de trabalho, segundo normas internas, esta varia consoante o tipo de trabalho a ser executado. Para trabalhos de elevada precisão, a altura pode variar entre 400 e 500 mm para postos sentados e entre 1100 e 1350 mm para postos de pé. Quando a atividade de trabalho tem uma exigência média, a altura ótima varia entre 300 e 450 mm para postos sentados e entre 1000 e 1250 mm para postos de pé. Por fim, para trabalhos que requeiram um menor grau de precisão e/ou a aplicação de força (como, por exemplo, embalagem de componentes ou montagem de peças de grandes dimensões), a altura a que o trabalhador deve operar deve situar-se nos intervalos de 250-350 mm e 900-1150 mm para postos de trabalho sentados e de pé, respetivamente.

A segunda secção da *checklist* avalia se o operador consegue alcançar facilmente todos os itens de trabalho (segundo as normas de Ergonomia internas, o alcance máximo à frente não deve exceder os 500 mm) e se tem uma boa visualização de toda a área de processo, entrando aqui todas as questões associadas à iluminação do posto de trabalho.

Na secção seguinte, “Espaço de movimentação e acesso”, é analisado o espaço disponível para o operador se movimentar no posto de trabalho e realizar atividades de manutenção e *setup*.

A quarta secção averigua se os ecrãs e dispositivos operacionais podem ser alcançados facilmente, estão posicionados a uma altura ótima - para uma utilização superior a 100 vezes por turno de trabalho, a altura máxima é de 1.500 mm, podendo ir até aos 1.800 mm, se a taxa de utilização for menor - e, para os que são utilizados frequentemente, se encontram no campo central de visão do trabalhador.

Para responder às questões da quinta secção, é necessário recorrer a um *software* interno - Software IGEL (*Integrated Calculation of the Load Limits*) - que contém variados métodos de análise de risco, tais como: (1) AWS - light (Schaub, 2004); (2) EAWS (Schaub *et al.*, 2013); (3) NIOSH (NIOSH, 1991); (4) EN 1005-2 (EN 1005-02:2007); (5) ISO 11228-1 (ISO 11228-1:2007); (6) ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007); (7) OCRA *checklist* (Colombini, Occhipinti, & Álvarez-Casado, 2013); (8) Schultetus (Schaub *et al.*, 1997, citados por Schaub *et al.*, 2013). Este *software* calcula o nível de risco das atividades de trabalho de acordo com os diferentes métodos, sendo que, para tal, o analista apenas necessita de introduzir na sua *interface* os parâmetros de entrada requeridos. O objetivo da quinta secção é averiguar se a atividade de trabalho apresenta risco significativo para o operador e, consequentemente, a necessidade de implementação de ações para mitigar esse risco.

Por último, a secção número seis questiona o analista acerca da existência de uma avaliação do risco do posto de trabalho, sendo esta efetuada e documentada pelo Departamento de Higiene e Segurança. Outro método aplicado na avaliação das condições ergonómicas da secção de embalagem foi o EAWS (Schaub *et al.*, 2013), que, por ser muito completo, permite analisar (1) posturas de trabalho e movimentos com baixos esforços físicos adicionais (<30-40N ou 3-4kg, respetivamente), (2) forças

realizadas pelo sistema mão-dedos (>30N) e por todo o corpo (>40N), (3) atividades de MMC (>3kg), e (4) movimentos repetitivos dos membros superiores. Neste estudo, utilizou-se esta ferramenta na avaliação holística dos postos de trabalho com diferentes tipos de atividades e tempos de ciclo muito elevados. Em Schaub *et al.* (2013), encontra-se uma explicação detalhada do método e da sua aplicação.

O método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013) foi utilizado na avaliação do risco de LMERT dos postos cuja atividade de trabalho compreende, essencialmente, movimentos repetitivos dos membros superiores. Este considera dois grupos de fatores de risco: (1) os principais (tempo de recuperação, frequência, força e postura) e (2) os adicionais (por exemplo, a utilização de luvas inadequadas e a exposição a temperaturas inferiores a 0° C durante mais de metade do tempo de trabalho). A *checklist* e todo o procedimento a adotar para o seu preenchimento pode ser encontrado em Serranheira *et al.* (2008).

Com o intuito de analisar em detalhe as atividades de MMC, aplicaram-se os seguintes métodos: (1) ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007); (2) EN 1005-2 (EN 1005-02:2007); e (3) NIOSH (NIOSH, 1991). O primeiro é utilizado para avaliar o risco das atividades de puxar e empurrar cargas, permitindo determinar os limites de força máxima que o operador pode exercer, consoante a sua idade. Este tem em conta fatores como a percentagem de tempo requerido pela tarefa em relação a todo o turno de trabalho, a sua frequência de realização, a distância percorrida, a força exercida e a sua altura de aplicação, a postura assumida pelo operador e as suas características (sexo e idade). A norma ISO 11228-2:2007 apresenta pormenorizadamente este método, funcionando como um guia para a sua utilização. Por sua vez, os dois últimos métodos possibilitam o estudo de atividades de reposicionar cargas superiores a 3 kg, isto é, somente pegar e posicionar cargas em diferentes locais, sem as transportar por mais de 2 m e/ou segurar por um período superior a 5 segundos. A equação NIOSH (NIOSH, 1991) analisa o reposicionamento de cargas efetuado por um operador com ambos os membros superiores, enquanto a EN 1005-2 (EN 1005-02:2007) permite, ainda, analisar reposicionamentos efetuados com apenas um dos membros superiores e por um ou dois operadores em simultâneo. Além disso, em relação ao método NIOSH (NIOSH, 1991), este considera também a existência de outras exigências físicas adicionais, como, por exemplo, a subida de degraus ou a má acessibilidade. Os dois métodos estabelecem os limites de carga admissíveis para determinada tarefa, dependendo estes das posições de partida e destino da carga, da frequência do seu levantamento, da percentagem de tempo de trabalho que o operador emprega nas tarefas de elevação de cargas e, no caso da EN 1005-2 (EN 1005-02:2007), de fatores de risco adicionais. Waters, Putz-Anderson, & Garg (1994) elaboraram um manual que explica detalhadamente a aplicação da equação NIOSH (NIOSH, 1991). No que diz respeito à EN 1005-2 (EN 1005-02:2007), a seguinte referência bibliográfica é útil: Ringelberg & Koukoulaki (2002).

Além da avaliação geral do risco de LMERT, sentiu-se a necessidade de efetuar uma avaliação por zona corporal para compreender de que maneira a atividade de trabalho da secção de embalagem afeta as diferentes regiões corporais dos trabalhadores. A Metodologia para Avaliação do Risco de LMERT (MARZC; Carrelhas, 2010) foi o método selecionado por ser o único que apresenta o nível de risco de LMERT por zona corporal num diagrama, facilitando a análise dos resultados e a implementação de melhorias. A MARZC foi desenvolvida recentemente com base nas amplitudes articulares descritas por Kapandji (1987) e por Stewart e Hall (2006), citados por Carrelhas (2010), e em quatro métodos observacionais simples para a identificação e avaliação do risco de LMERT, nomeadamente o OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), o SI (Moore & Garg, 1995), o RULA (McAtamney & Corlett, 1993) e o ERPM (Álvarez-Casado *et al.*, 2009). Em Carrelhas (2010) pode consultar-se todo o processo de criação da MARZC, assim como o procedimento a adotar para a sua aplicação. É importante salientar que este é o único método que não se encontra no *software* IGEL e, como tal, foi necessário recorrer a folhas de cálculo do Microsoft Excel.

Depois de todos os métodos de avaliação de risco aplicados, procedeu-se à comparação dos resultados obtidos pelos diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT, isto é, o OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), o EAWS (Schaub *et al.*, 2013) e a MARZC (Carrelhas, 2010).

Ainda no âmbito da avaliação das condições ergonómicas da secção, aplicou-se uma versão adaptada do NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987), apresentada por Serranheira *et al.* (2003), com o intuito de se efetuar a análise da SME autorreferida dos trabalhadores da secção em estudo. O questionário de autorresposta elaborado apresenta 39 questões, é anónimo e as respostas dos inquiridos confidenciais. Este foi concebido com base no quadro principal do NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987) apresentado por Serranheira *et al.* (2003), que associa uma variável para a intensidade do desconforto sentido em cada segmento corporal. Nas questões do quadro foram colocadas figuras representativas do segmento corporal em análise, de modo a facilitar a identificação das áreas corporais pelos trabalhadores. Adicionaram-se, ainda, três questões do foro organizacional e psicossocial à versão do questionário utilizada, pois considera-se que os fatores organizacionais e psicossociais são, igualmente, fatores de risco de LMERT importantes para este estudo. Assim, o questionário pode ser dividido em quatro partes: (1) caracterização da população; (2) caracterização da atividade de trabalho; (3) caracterização de aspetos organizacionais e psicossociais; e (4) caracterização das queixas e da sintomatologia músculo-esquelética. A sua versão completa pode ser consultada no Anexo A. A pedido dos responsáveis pela gestão da secção de embalagem, o questionário foi aplicado em forma de entrevista a cada um dos trabalhadores da secção.

Posteriormente, efetuou-se uma comparação entre as referências sintomatológicas dos trabalhadores obtidas com a aplicação do NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987) e os resultados obtidos com a MARZC (Carrelhas, 2010). A MARZC é o único método que permite uma comparação direta com os resultados do NMQ, já que apresenta o nível de risco de LMERT para cada região corporal.

A análise dos resultados obtidos até aqui permitiu o estudo e posterior proposta de ações de melhoria à organização. Devido à escassez de tempo, a avaliação do impacto das melhorias sugeridas com a aplicação da MARZC (Carrelhas, 2010) foi feita apenas para três postos de trabalho, considerados como os mais interessantes pela autora. Uma das ações propostas consistiu na implementação de um plano de rotação de postos de trabalho que foi estudado e desenhado recorrendo à MARZC (Carrelhas, 2010).

### **3.2. Metodologia adotada para o estudo e aumento da eficiência dos processos da secção**

No contexto do segundo tópico deste trabalho – estudo e aumento da eficiência dos processos da secção – foram utilizadas duas ferramentas muito úteis que auxiliam na melhoria de processos, através da redução e/ou eliminação dos desperdícios. O Diagrama de *Spaghetti* (Feld, 2000) é uma ferramenta simples, porém poderosa, para visualizar as movimentações dos operadores e o transporte de material (Wilson, 2010). Esta simples técnica consiste em desenhar a área sob avaliação num papel, por exemplo, representando os movimentos do operador e do material com um marcador colorido e medir a distância percorrida pelos dois intervenientes. Através da análise deste diagrama, os movimentos desnecessários são reconhecidos e o processo pode ser melhorado. Por sua vez, o Diagrama de Fluxo de Processo (Niegel e Freivalds, 2002) permite analisar em detalhe um processo, através da descrição e identificação do tipo de atividades que fazem parte do mesmo. As atividades podem ser incluídas nas seguintes categorias: (1) operação; (2) transporte; (3) espera; (4) inspeção; e (5) armazenamento. A operação é o único tipo de atividade que traz valor acrescentado ao processo, devendo todos os outros ser reduzidos e/ou eliminados. Na elaboração deste diagrama mede-se e representa-se o tempo despendido em cada atividade e a distância percorrida nas atividades de transporte. De acordo com Niegel e Freivalds (2002), esta ferramenta é especialmente proveitosa na identificação de custos escondidos que advêm de atividades sem valor acrescentado, tais como as distâncias percorridas, os tempos de espera e os armazenamentos temporários. Uma vez que estas atividades são evidenciadas, o analista pode tomar medidas para as minimizar e reduzir os seus custos.

Outra ferramenta utilizada no estudo dos processos da secção foi a metodologia MTM (Methods Time Measurement) desenvolvida por Maynard, Stegemerten & Schwab (1948), que consiste num sistema de tempos pré-determinados para determinação de tempos planeados de tarefas totalmente influenciáveis pelo elemento humano de um sistema de trabalho, surgindo da sua aplicação orientações para a conformação de postos e métodos de trabalho. Ao longo do tempo, foram

desenvolvidos diferentes sistemas de análise MTM como o MTM-UAS (Sistema Universal de Análise) e o MTM-Logística (para o estudo de atividades logísticas), ambos aplicados neste trabalho. Depois de selecionados e analisados, através dos métodos acima referidos, os processos da secção de embalagem com maior quantidade de desperdícios, seguiu-se o seu estudo e a proposta de ações de melhoria. O impacto destas ações foi analisado com os mesmos métodos, permitindo uma comparação direta entre a situação atual e a situação proposta. De salientar que as ações propostas para a melhoria dos processos estudados tiveram em conta as condições ergonómicas dos mesmos, isto é, ao mesmo tempo que se reduzia o desperdício, tentava-se reduzir o risco de LMERT.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados em vários subcapítulos e, devido ao elevado número de resultados obtidos, optou-se por discuti-los à medida que estes vão sendo apresentados, considerando-se que, desta forma, será mais fácil para o leitor entender todo o trabalho desenvolvido. Primeiramente, caracteriza-se, ainda que de forma breve, a população de trabalhadores e a secção de embalagem em estudo. De seguida, descrevem-se pormenorizadamente os postos de trabalho e as tarefas desempenhadas pelos trabalhadores em cada um, ao mesmo tempo que se apresentam os resultados da rigorosa avaliação ergonómica efetuada. Este subcapítulo termina com a comparação entre os resultados obtidos com os diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT: OCRA *checklist*, EAWS e MARZC. Posteriormente, expõe-se a avaliação da SME autorreferida pelos trabalhadores, tendo os dados sido analisados recorrendo a técnicas de Estatística Descritiva. No final, comparam-se e discutem-se os resultados obtidos através da aplicação do NMQ e da MARZC. Após o estudo das condições ergonómicas da secção de embalagem e da sintomatologia de LMERT dos trabalhadores, segue-se a análise dos processos da secção em que foram detetadas algumas formas de desperdício. No subcapítulo subsequente, são apresentadas propostas de melhoria das condições ergonómicas e dos processos da secção. No fim do capítulo são referidas as principais limitações deste trabalho.

### 4.1. Caracterização da população

O presente trabalho desenvolveu-se numa grande empresa do setor metalomecânico que se tem vindo a deparar com o envelhecimento dos seus colaboradores diretos, com a média de idades desta população a rondar os 42 anos. Sendo uma empresa que conta com mais de três décadas de atividade, o valor médio de antiguidade dos seus trabalhadores diretos é de cerca de 18 anos.

Estes dados aliam-se a um aumento significativo das limitações físicas e da taxa de absentismo da população de colaboradores diretos, com um valor que ronda os 4%. Neste sentido, registos do ano de 2015, divulgados pelo Departamento de Recursos Humanos, mostram que a maioria das situações de absentismo ocorridas se deveram a baixas médicas, das quais cerca de 19% resultaram do desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas dos membros superiores (Figura 3).

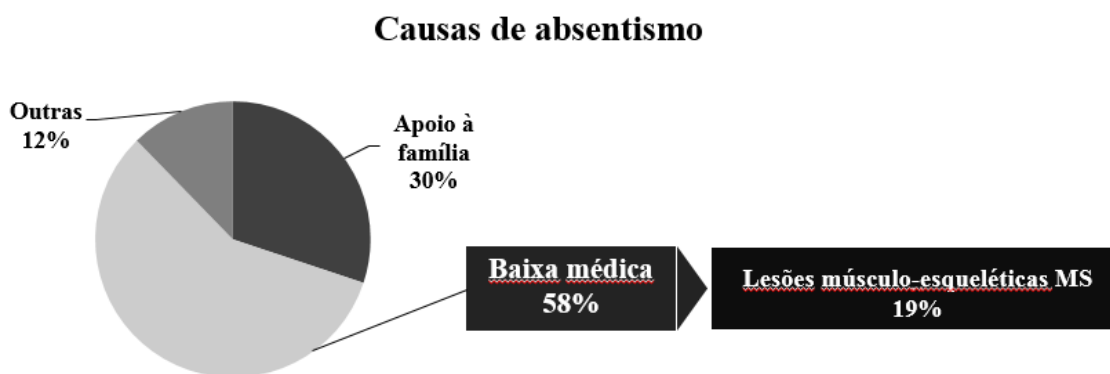


Figura 3 – Causas do absentismo verificado na empresa no ano de 2015

### 4.2. Caracterização da secção de embalagem

O presente estudo desenvolveu-se na secção de embalagem de uma empresa que se dedica ao desenvolvimento, produção e comercialização de sistemas de aquecimento. Na secção embalam-se peças de substituição e vários componentes do produto final, sendo o seu *layout* apresentado na Figura 4.





Figura 4 – *Layout* da secção de embalagem (Fonte: autora)

Esta área é composta por 14 postos de trabalho nos quais operam 13 colaboradores, dos quais 2 são os responsáveis de equipa de cada turno de trabalho. Os níveis de produção da secção apresentam flutuações decorrentes das necessidades dos seus clientes, o que faz com que, em épocas de elevada procura, a empresa recorra a trabalhadores temporários ou de outras secções da fábrica para conseguir responder a todos os pedidos.

O tempo total de trabalho é de 15 horas diárias, distribuídas por 2 turnos de 7,5h, tendo cada um dois intervalos de cerca de 10 minutos. Assim, o tempo de repouso dos trabalhadores corresponde a 20 minutos diários.

Os 14 postos de trabalho podem ser divididos nas seguintes categorias: (1) Ensaio e Montagem (n=2); (2) Contentores (n=4); (3) Sacos (n=5); e (4) Caixas (n=3). A distribuição dos postos de trabalho pelas categorias é apresentada na Figura 5. Dentro da categoria Ensaio e Montagem, encontram-se os postos de trabalho 1 e 14 (PT1 e PT14). O primeiro destina-se ao ensaio de uma peça que, posteriormente, é embalada noutro posto da secção. Por sua vez, no PT14 é realizada a montagem de um produto cuja procura apresenta valores muito baixos, o que faz com que o posto apresente uma reduzida taxa de utilização. O grupo Contentores é composto por 4 postos de trabalho (PT2, PT3, PT4 e PT5), onde são embalados componentes de variadas dimensões em contentores de cartão. Nos postos que constituem a categoria Sacos (PT6, PT7, PT8, PT9 e PT10) embalam-se peças de pequenas dimensões em sacos de plástico. Por último, a categoria Caixas integra 3 postos de trabalho (PT11, PT12 e PT13), onde são embaladas peças de diferentes tamanhos em caixas de cartão.

Verifica-se, em todos os postos, a existência de atividades de trabalho caracterizadas por uma utilização intensiva dos membros superiores, posturas estáticas e movimentos repetitivos. Em determinados postos de trabalho, as tarefas implicam o contacto com ferramentas vibratórias, a adoção de posturas repetitivas nos limites articulares e a manipulação manual de cargas. Portanto, constata-se a presença de atividades de trabalho exigentes com exposição a vários fatores de risco de LMERT em simultâneo.

No ano de 2015 foi detetado um total de 12 LMEMSRT (Lesões músculo-esqueléticas dos membros superiores relacionadas com o trabalho) nos trabalhadores da secção, existindo um ou mais trabalhadores com mais do que uma lesão identificada. No entanto, no mesmo espaço temporal, nenhum dos colaboradores apresentou incapacidade para trabalhar em virtude de uma doença profissional. No decorrer do estudo, já no ano de 2016, um dos colaboradores viu-se impossibilitado

de desempenhar as suas funções na empresa, apresentando uma baixa médica prolongada, em virtude de uma doença profissional, nomeadamente uma LMEMS.

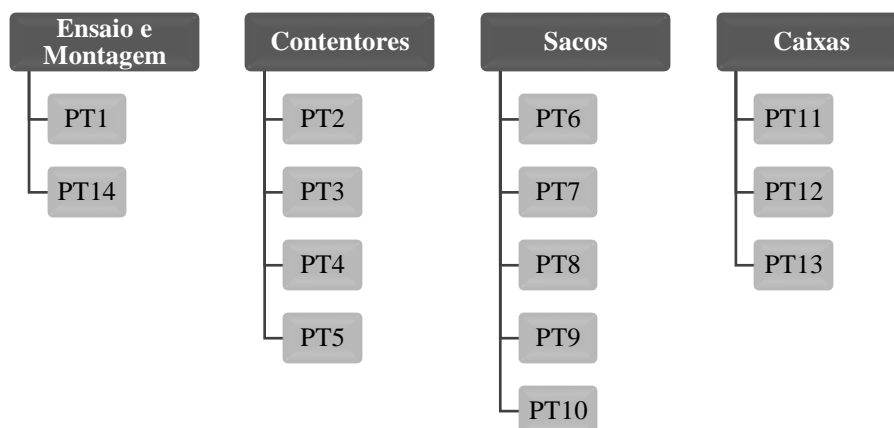


Figura 5 – Distribuição dos postos de trabalho da secção pelas categorias

Na Tabela 14 são apresentados os níveis de produtividade diária da secção verificados no ano de 2015, segundo registos da empresa. As classificações ‘peças de substituição’ e ‘componentes’ dizem respeito aos dois tipos de produtos embalados na secção, correspondendo a última aos produtos embalados em contentores nos PT2 e PT3, onde foram embalados, em média, mais de 50 mil componentes por dia de trabalho. Nos restantes postos foram embaladas, em média, mais de 5 mil peças de substituição por dia.

Tabela 14 – Produtividade média diária da secção no ano de 2015

Tipo de produto	Produtividade média diária
Peças de substituição	5.100 peças
Componentes	50.300 componentes

O departamento de Higiene e Segurança da empresa é responsável pela avaliação e monitorização dos níveis de ruído, iluminância e ambiente térmico das áreas produtivas. Os valores da última avaliação das características físicas dos postos de trabalho da secção de embalagem em estudo descrevem-se na Tabela 15.

Tabela 15 – Características físicas dos postos de trabalho

Posto de trabalho	Ruído $L_{EX,8h} / L_{Cpico}$	Iluminância		Ambiente térmico	Agentes químicos
		Valor obtido (lux)	Valor recomendado (lux)		
PT1	75,3 dB (A) / 108 dB (C)	-	-	Temperatura: 21°C	-
-PT2		67	200		-
PT3		60	200		-
PT4	Não são necessárias medidas de proteção	92	300	Humidade relativa: 30%	Concentração média para 8h de exposição < 0,0001 ppm

Posto de trabalho	Ruído $L_{EX,8h} / L_{Cpico}$	Iluminância		Ambiente térmico	Agentes químicos
		Valor obtido (lux)	Valor recomendado (lux)		
PT5		424	200		-
PT6		384	200		-
PT7		355	200		-
PT8		280	200		-
PT9		323	200		-
PT10		364	200		-
PT11		375	200		-
PT12		78	200		-
PT13		80	200		-
PT14		330	200		-

No que diz respeito ao ruído, a empresa rege-se pelo Decreto-Lei 182/2006 de 6 de Setembro. Sendo assim, perante os limites de ação inferiores de  $L_{EX,8h} = 80$  dB (A) e  $L_{Cpico} = 135$  dB (C), presentes na legislação nacional, o departamento responsável concluiu que não são necessárias medidas de proteção dos operadores.

Relativamente à iluminância, na ausência de requisitos legais, é seguida a norma europeia EN 12464-1 (2002), que recomenda os valores indicados na coluna 4 da Tabela 15. Optou-se por apresentar os valores obtidos em medições efetuadas no período noturno por representarem os piores resultados. Neste sentido, existem cinco postos de trabalho (PT2, PT3, PT4, PT12 e PT13) com valores de iluminância inferiores aos recomendados pela norma. Em relação ao PT1, pelo facto de ter sido, recentemente, introduzido na secção, não possui ainda uma análise desta natureza às suas condições de iluminação.

Para caracterizar o ambiente térmico e avaliar o conforto/*stress* térmico dos operadores, a empresa utiliza como linha de orientação o índice ITH (Índice de Temperatura e Humidade), proposto por Nieuwolt (1977):

$$ITH = 0.8T + T \left( \frac{RH}{500} \right), \quad (1)$$

em que T corresponde à temperatura do ar (°C) e RH à humidade relativa do ar (%).

Perante os resultados obtidos para a temperatura e a humidade relativa do ar, tem-se o valor de 18.06°C para o ITH, o que, segundo Talaia *et al.* (2013), significa que a secção necessita de aquecimento.

O posto de trabalho 4 é o único onde se verifica a presença de agentes químicos. Tendo em conta o Decreto-Lei 24/2012 de 6 de fevereiro e a norma portuguesa NP 1796:2007, o departamento de Higiene e Segurança conclui que o valor obtido para a concentração média do composto é inferior ao valor-limite de exposição média ponderada (VLE-MP = 0,005 ppm). Considera-se, assim, que praticamente todos os trabalhadores podem estar expostos, dia após dia, ao composto químico em questão sem efeitos adversos para a sua saúde.

### 4.3. Avaliação ergonómica dos postos de trabalho

Neste subcapítulo serão apresentados em detalhe os postos de trabalho, as diferentes metodologias utilizadas na sua avaliação ergonómica e os resultados obtidos.

Pelo facto de existir uma grande variedade de produtos embalados nos diferentes postos de trabalho, estes apresentam uma quantidade significativa de diferentes ciclos de trabalho, o que se traduz na execução de sequências de tarefas distintas ao longo do turno num mesmo posto. Desta maneira, verificou-se a necessidade de estudar pormenorizadamente cada posto de trabalho.

A empresa não continha todos os registos de tempos atualizados e, devido à escassez de tempo, não foi possível realizar um correto estudo de tempos para todos os ciclos de trabalho analisados. Sendo assim, os tempos apresentados nas análises ergonómicas são valores médios que foram obtidos através de uma combinação de *inputs* fornecidos por: vídeos, medição com cronómetro e registos de tempos existentes na empresa.

Os postos de trabalho e a sua análise ergonómica serão apresentados de seguida, estando o subcapítulo dividido pelas diferentes categorias anteriormente expostas.

#### 4.3.1. Ensaio e Montagem

Nesta categoria, apenas foi analisado o PT1, devido à reduzida taxa de utilização do PT14, onde são montados, em média, menos de uma dezena de produtos no período de um mês.

##### 4.3.1.1. Posto de trabalho 1

No PT1 é realizado o ensaio de uma peça com cerca de 170 gramas e com as seguintes dimensões: 300mm x 45mm x 15mm. Na Tabela 16, encontra-se uma descrição detalhada do posto e da sua atividade de trabalho: na primeira coluna apresenta-se a sequência de tarefas realizadas; nas duas seguintes colunas encontra-se o tempo despendido na execução de cada tarefa e o seu peso no tempo total do ciclo de trabalho, que, por sua vez, se expõe na quarta coluna; na penúltima coluna é apresentado o número de peças que podem ser ensaiadas num turno de trabalho completo (430 minutos); e, por fim, na última coluna descreve-se o equipamento de proteção individual, cuja utilização é obrigatória para todos os operadores que trabalhem no posto de trabalho em causa. A estrutura desta tabela será utilizada posteriormente na apresentação de todos os postos de trabalho. É importante referir, ainda, que o PT1 pode ser um posto de trabalho sentado ou de pé, estando equipado para as duas posturas.

Tabela 16 – Descrição do PT1

Posto de trabalho	Tarefas	Tempo da tarefa	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de peças/turno	EPI/EPC
PT1	Retirar peça ensaiada e colocar peça por ensaiar na máquina	3''	16	19''	1357	Luvas Calçado de segurança
	Acionar comando bimanual	1''	5			
	Pegar e limpar peça com pincel	10''	53			
	Esperar pelo resultado do ensaio e analisá-lo	5''	26			

A metodologia utilizada na análise do PT1 encontra-se na Figura 6. A avaliação ergonómica do posto de trabalho inicia-se com a aplicação da *checklist* de Ergonomia da empresa, tendo as inconformidades encontradas nesta avaliação qualitativa sido agrupadas na Tabela 17. Através da lista de verificação, identificou-se um potencial risco ergonómico associado à tarefa de manipulação das caixas que armazenam as peças, sendo esta descrita de seguida. As peças chegam ao posto de trabalho dentro de caixas de plástico que pesam 6.2 kg e têm 400 mm de comprimento, 300 mm de

largura e 170 mm de altura. Estas são sobrepostas em cima de uma paleta, formando pilhas de 6 unidades. É importante salientar que a tarefa não ocorre em todos os ciclos de trabalho. O operador começa por pegar na caixa que se encontra em cima da pilha (sexto nível de altura do ponto de origem) e coloca-a em cima do carro de apoio (primeiro nível de altura do ponto de destino) que se encontra à sua esquerda. Posteriormente, faz a mesma operação para as duas caixas seguintes da pilha, ficando três caixas sobrepostas em cima do carro de apoio. Do seu lado direito, existe outro carro de apoio com caixas vazias onde são colocadas as peças ensaiadas. Assim que são cheias três caixas, o operador leva-as, uma a uma, para o local de produto acabado, sobrepondo-as em cima de uma paleta e formando novas pilhas. O processo repete-se para as restantes caixas.

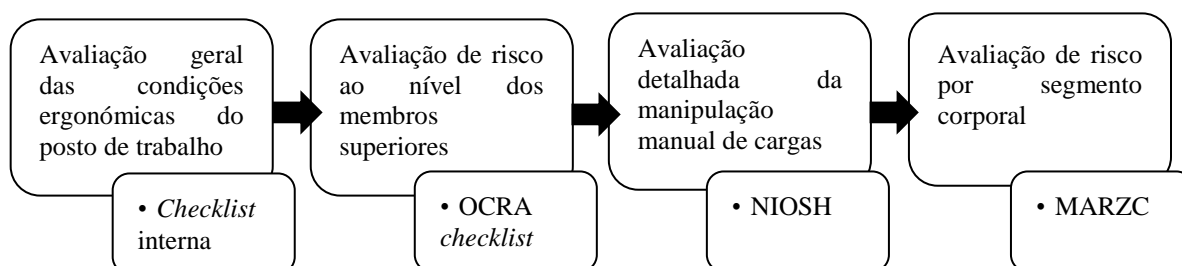


Figura 6 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT1

Tabela 17 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT1 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	A atividade de trabalho realizada no posto é inteiramente estática.
Espaço de movimentação e acesso	Ocasionalmente, o operador inclina-se para alcançar as caixas com peças para ensaiar e colocá-las no carrinho de apoio.
	Ocasionalmente, o operador inclina-se para colocar as caixas com as peças ensaiadas no local de produto acabado, em cima da paleta.
Mostradores e dispositivos operacionais	O quadro de informação encontra-se acima dos 1800 mm de altura (em relação ao solo).
Peso de peças e cargas manuseadas	A manipulação das caixas cheias com as peças ensaiadas/por ensaiar deve ser analisada em detalhe com os métodos de avaliação de risco adequados.

Para avaliar e quantificar o risco da tarefa é necessário recorrer a métodos de avaliação detalhados e apropriados às características da mesma. Neste caso, foi utilizada a equação NIOSH (NIOSH, 1991). A legislação portuguesa não estabelece um limite para o valor acumulado do peso das cargas manipuladas ao longo de um turno de trabalho por um operador, por isso, este campo não foi preenchido (o *software* assume 0 kg). Neste posto de trabalho, o valor acumulado é de 446.4 kg. Com os índices de elevação, independente da frequência e de tarefa simples, com valores de 0.5 e 0.58, respetivamente, o método indica que o risco associado à tarefa é negligenciável (Tabela 18).

Os resultados completos da análise detalhada da tarefa encontram-se na Tabela 19. As doze tarefas representam as elevações/abaixamentos das cargas nos diferentes níveis de altura. Relativamente à colocação das caixas com peças para ensaiar em cima do carro de apoio, apresentam-se seis níveis de altura de pega na origem (pilha de caixas sobre a paleta) e três no destino (pilha de caixas sobre o carro). Já na colocação das caixas no local de produto acabado, acontece o oposto no que diz respeito aos níveis de altura, tendo a origem três e o destino seis. O resultado global indicado pelo *software*

corresponde aos piores casos de elevação/abaixamento das caixas, isto é, onde as diferenças entre o ponto de origem e destino são maiores. Estas duas tarefas encontram-se destacadas na Tabela 19. Na Tabela 20 apresenta-se a análise individual da tarefa de colocação das caixas no carro com maior risco ergonómico. De notar que a colocação das caixas na paleta, do terceiro nível de altura para o primeiro, tem os mesmos *inputs*, contudo, os valores dos pontos de origem e destino estão invertidos, o que faz com que as duas apresentem o mesmo nível de risco.

Tabela 18 – Resultado global da análise das tarefas de MMC do PT1 com a equação NIOSH



Dados do turno de trabalho	
Duração do turno	8 h
Carga acumulada (valor limite nacional)	0 kg
Massa de referência	23 kg
Resultado da análise do turno de trabalho	
	Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.
Carga acumulada: 446.4 kg Carga na coluna lombar (pior caso): 0.5 Índice de elevação: 0.58	

Tabela 19 – Resultado da análise detalhada das tarefas de MMC do PT1 com a equação NIOSH

Ordem de risco	Tarefa	Peso da carga	Frequência	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI
1	Colocar caixas no carro (n1→n3)	6.2 kg	6 vezes/turno	12.5	0.85	10.63	<b>0.5</b>	<b>0.58</b>
2	Colocar caixas na paleta (n3→n1)	6.2 kg	6 vezes/turno	12.5	0.85	10.63	<b>0.5</b>	<b>0.58</b>
3	Colocar caixas no carro (n2→n2)	6.2 kg	6 vezes/turno	13.52	0.85	11.49	0.46	0.54
4	Colocar caixas na paleta (n2→n2)	6.2 kg	6 vezes/turno	13.52	0.85	11.49	0.46	0.54
5	Colocar caixas no carro (n6→n1)	6.2 kg	6 vezes/turno	14.71	0.85	12.5	0.42	0.5
6	Colocar caixas na paleta (n1→n6)	6.2 kg	6 vezes/turno	14.71	0.85	12.5	0.42	0.5
7	Colocar caixas no carro (n5→n2)	6.2 kg	6 vezes/turno	15.68	0.85	13.33	0.4	0.47
8	Colocar caixas no	6.2 kg	6 vezes/turno	15.51	0.85	13.18	0.4	0.47

Ordem de risco	Tarefa	Peso da carga	Frequência	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI
	carro (n4→ n3)							
9	Colocar caixas no carro (n3→ n1)	6.2 kg	6 vezes/turno	15.68	0.85	13.33	0.4	0.47
10	Colocar caixas na paleta (n1→ n3)	6.2 kg	6 vezes/turno	15.68	0.85	13.33	0.4	0.47
11	Colocar caixas na paleta (n3→ n4)	6.2 kg	6 vezes/turno	15.51	0.85	13.18	0.4	0.47
12	Colocar caixas na paleta (n2→ n5)	6.2 kg	6 vezes/turno	15.68	0.85	13.33	0.4	0.47

Tabela 20 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocar caixas no carro (n1→ n3)’ do PT1 com a equação NIOSH

Dados da tarefa		
Número de elevações	6/turno	
Peso máximo da carga	6.2 kg	
Peso médio da carga	6.2 kg	
Altura da pega	Origem	Destino
	30 cm	109 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	35 cm	25 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0°	0°
Condições da pega	Boa	
Resultado da análise		
	Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	
Peso limite recomendado: 10.63 kg		
Carga na coluna lombar: 0.5		
Índice de elevação: 0.58		

Seguidamente, devido às características do ciclo de trabalho em análise, tempo de ciclo curto com poucas tarefas - que incluem ações repetitivas dos membros superiores e manipulação de cargas inferiores a 3kg -, decidiu aplicar-se o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013). Apesar de, ao longo do seu turno de trabalho, o operador ter de reposicionar caixas com um peso superior a 3kg, como esta tarefa não acontece em todos os ciclos, e sim uma vez em muitos ciclos, o método selecionado consegue também avaliá-la. De qualquer forma, o estudo detalhado desta tarefa já foi realizado através da equação NIOSH (NIOSH, 1991).

Na Tabela 21, apresenta-se o resultado da avaliação de risco ergonómico obtido com a aplicação do método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013) à atividade de trabalho do PT1. Sendo que a duração do trabalho repetitivo é de 430 minutos (o método subtrai as pausas ao tempo total do turno),

atribui-se ao fator multiplicativo do tempo de trabalho o valor de 1. Na Tabela 21 é ainda possível observar as classificações obtidas para cada um dos fatores de risco ergonómico analisados: (1) recuperação, (2) frequência, (3) força, (4) postura, e (5) fatores adicionais. Com uma pontuação de 10, considera-se o PT1 um posto de risco reduzido. O *score* obtido deve-se, em grande parte, ao tempo de recuperação, sugerindo que a duração e distribuição dos períodos de pausa devem ser analisadas e melhoradas tendo em conta o tempo de trabalho repetitivo exigido aos trabalhadores.

Tabela 21 – Resultado da aplicação do método OCRA *checklist* ao PT1

Duração [min]	Recuperação	Frequência	Força	Postura	Fatores adicionais	Pontuação
430	5	2	1	2	0	10

Depois da aplicação do método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), foi aplicada a MARZC (Carrelhas, 2010). Devido à impossibilidade de se analisar todas as tarefas do ciclo de trabalho com esta metodologia, selecionou-se apenas a tarefa que se encontra sublinhada na Tabela 16, já que consiste na tarefa mais longa (correspondendo a 53% do tempo de ciclo) e, simultaneamente, obriga o operador a adotar posturas penosas ao nível dos membros superiores. O resultado da avaliação expõe-se na Figura 7. Sendo um posto que permite o trabalho sentado, os significativos riscos de lesão observam-se nos membros superiores, os mais solicitados pela atividade do posto. Neste sentido, o punho direito é a única zona corporal que apresenta um risco muito alto de LMERT, devido aos movimentos efetuados com o pincel para limpar a cavidade cilíndrica existente no interior da peça. Seguem-se a cervical, o ombro e cotovelo direitos e o punho esquerdo com risco alto de LMERT.

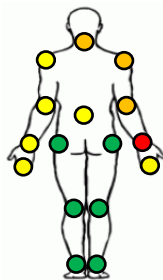


Figura 7 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT1

#### 4.3.2. Contentores

Dentro da categoria Contentores, apresentam-se as análises dos postos de trabalho 2 e 3. Os postos de trabalho 4 e 5 constituem uma célula de embalagem, por isso, ao invés de serem analisados individualmente, optou-se pelo estudo do ciclo de trabalho do operador. Desta maneira, o resultado obtido diz respeito às tarefas realizadas nos dois postos, tendo sido utilizada a mesma metodologia adotada na avaliação do PT2. Os resultados da análise deste ciclo de embalagem de contentores encontram-se no Anexo B.

##### 4.3.2.1. Posto de trabalho 2

Neste posto de trabalho são embalados vários componentes do produto final em contentores de cartão, sendo que cada contentor transporta apenas um tipo de componente.

Devido à grande quantidade de diferentes componentes embalados no PT2, o que se traduz em diferentes processos de embalagem, torna-se impraticável o estudo de todos os tipos de ciclos de trabalho. Por conseguinte, efetuou-se uma análise à produção do ano de 2015, de modo a perceber quais os contentores que poderiam ser utilizados para representar a atividade do posto de trabalho (Tabela 22). Perante os resultados obtidos, foram escolhidos três dos seis tipos de contentores mais



produzidos segundo dois critérios: (1) volume de produção e (2) processo de embalagem. Seleccionaram-se, assim, os contentores que embalam os componentes A, B e E, que representam cerca de 40% da produção do PT2. Os primeiros são colocados no contentor em compartimentos criados com divisórias de cartão; os componentes colocados nos contentores do tipo B são embalados em sacos de plástico antes de serem dispostos no contentor; e os últimos são embalados em caixas de cartão que, posteriormente, são dispostas no contentor.

Tabela 22 – Distribuição do volume de produção dos diferentes tipos de contentores embalados no PT2

Contentor	Volume de produção (%)
A	19
B	14
C	13
D	10
F	8
E	7
Outros	29

O PT2 tem uma bancada de trabalho com 980 mm de altura onde são realizadas algumas tarefas de embalagem e são colocados os materiais. Outras tarefas, como o embalamento de peças em caixas, são efetuadas em cima de um carrinho de apoio com 640 mm de altura, já que a altura da bancada não permite a sua utilização de forma confortável ao operador. Os contentores são embalados apenas em cima de paletes, cujas alturas variam entre os 120 mm e os 140 mm. Depois de fechados e cintados, estes são transportados com o porta-paletes para a zona de expedição da secção.

A maioria do material necessário para as operações efetuadas neste posto encontra-se fora do mesmo, implicando várias deslocações dos operadores ao longo de um ciclo de trabalho.

A metodologia utilizada para avaliar o PT2 encontra-se na Figura 8.

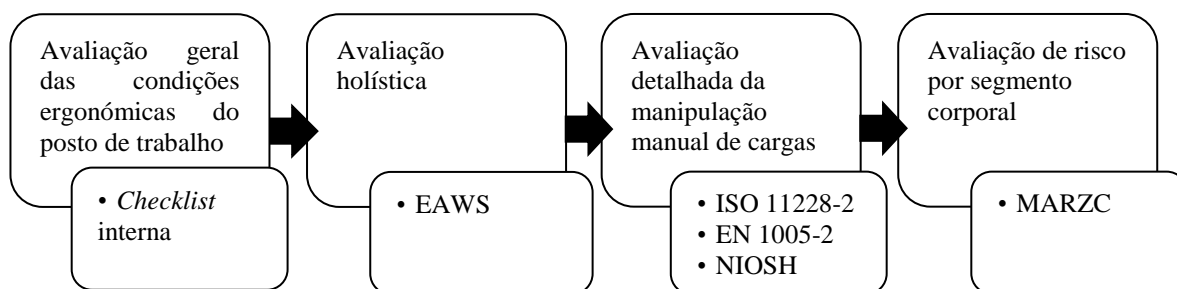


Figura 8 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT2

Tal como efetuado para o PT1, o processo de avaliação começou com a *checklist* interna da empresa, sendo expostos na Tabela 23 os desvios encontrados. Além de obrigar à adoção de posturas corporais extremas, este posto de trabalho é também caracterizado por uma grande quantidade de tarefas de manipulação manual de cargas. Neste sentido, posteriormente, avaliam-se em detalhe cada um dos ciclos de trabalho anteriormente selecionados. O tempo de ciclo de embalagem de um contentor é elevado (acima de 20 minutos), o que resulta numa grande quantidade de variadas tarefas a estudar. Entre estas, encontram-se atividades de manipulação manual de cargas (como reposicionar, empurrar e/ou puxar) e de aplicação de força. Estes factos levam à decisão de fazer uma primeira análise com a *screening tool* EAWS (Schaub *et al.*, 2013). No final, de acordo com a representatividade de cada

tipo de contentor no volume total de produção do PT2, indicada na Tabela 22, foi calculado um valor ponderado para o risco ergonómico do posto de trabalho.

De seguida, devido à necessidade verificada aquando da aplicação da *checklist* e ao facto do *score* global obtido na avaliação holística resultar, na sua grande maioria, do *score* da secção de manipulação manual de cargas, optou-se por analisar detalhadamente estas tarefas com métodos específicos, tendo em conta as características das atividades em estudo: (1) as tarefas de puxar/empurrar foram analisadas segundo a norma ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007); (2) para as elevações/abaixamentos de cargas com peso superior a 3kg apenas com uma mão utilizou-se a norma EN 1005-2 (EN 1005-02:2007); e (3) para as elevações/abaixamentos de cargas com peso superior a 3kg com as duas mãos recorreu-se à equação NIOSH (NIOSH, 1991). Naturalmente, todas as condições de aplicação foram verificadas para cada uma das análises efetuadas, garantindo-se o uso correto dos métodos mencionados.

Por fim, aplicou-se a MARZC (Carrelhas, 2010). Na impossibilidade de estudar todas as tarefas dos três ciclos de trabalho com esta metodologia, selecionou-se uma tarefa por cada ciclo, tendo em conta os resultados da análise global de risco ergonómico efetuada anteriormente com a ferramenta EAWS (Schaub *et al.*, 2013). Isto é, as tarefas responsáveis pela maior contribuição na pontuação final foram escolhidas para representar o ciclo de trabalho e estudadas com a metodologia de avaliação de risco por zona corporal.

Tabela 23 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT2 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	Existem várias tarefas características do posto de trabalho que obrigam o operador a adotar posturas de trabalho incorretas. Ex: montagem de divisórias de cartão; formação de contentores; processo de abastecimento dos contentores; processo de cintagem; e alcance do papel PADPAK.
	A embalagem de peças em caixas em cima da bancada é efetuada acima da altura ótima de trabalho.
	A embalagem de peças em caixas em cima dos carros de apoio é efetuada abaixo da altura ótima de trabalho.
Área de alcance e campo de visão	Não existe iluminação localizada no posto de trabalho.
Peso de peças e cargas manuseadas	Todas as tarefas de manipulação manual de cargas devem ser analisadas em detalhe com os métodos de avaliação de risco adequados.

#### ▪ Avaliação do ciclo de embalagem do contentor A

As características do PT2 e a descrição do ciclo de embalagem do contentor A apresentam-se na Tabela 24. A estrutura da tabela é semelhante à apresentada anteriormente para o PT1, divergindo apenas em alguns pontos. A primeira coluna caracteriza o tipo de contentor em análise. Devido ao elevado número de tarefas e com o intuito de tornar as avaliações ergonómicas mais simples, dividiram-se as mesmas em grupos intitulados de níveis, que correspondem aos diferentes níveis de altura a que os materiais são colocados no contentor. Esta informação está presente na coluna Nível (segunda coluna da tabela). A distribuição das tarefas pelos diferentes níveis de altura irá auxiliar nas análises posteriores, sendo um exemplo disso o facto de, no mesmo nível, o operador adotar a mesma postura corporal aquando da colocação das cargas no contentor. É importante salientar que, além de diferentes níveis de altura, o contentor apresenta também diferentes níveis de largura, o que resulta na adoção de várias posturas num mesmo nível de altura. Contudo, devido à enorme complexidade

de uma análise em que todos estes pontos são considerados, optou-se por avaliar a postura adotada pelo operador quando trabalha no nível médio de largura do contentor, para cada uma das alturas.

Os componentes embalados nos contentores do tipo A pesam cerca de 1.4 kg e têm as seguintes dimensões: 280 mm x 50 mm x 130 mm. Estes chegam à secção dentro de caixas dispostas em cima de uma paleta e, com o auxílio do porta-paletes, o operador transporta o material para o posto de trabalho.

Os componentes são colocados no contentor, a cinco níveis de altura (140 mm, 310 mm, 470 mm, 630 mm, e 790 mm), em compartimentos formados por divisórias de cartão que são montadas em cima da bancada de trabalho. No contentor são embalados 110 componentes A, distribuídos equitativamente pelos diferentes níveis de altura. O contentor tem cerca de 1200 mm de comprimento, 810 mm de largura e 850 mm de altura, e, depois de fechado e cintado à paleta, o peso do conjunto (paleta e contentor) é de aproximadamente 180 kg.

Na análise simulou-se que o operador estaria durante todo o turno a embalar este tipo de contentor, o que resulta num total de 17 ciclos de trabalho completos.

O resultado da avaliação ergonómica do ciclo de trabalho com a ferramenta EAWS (Schaub *et al.*, 2013) encontra-se na Tabela 25.

A análise de corpo inteiro indica um possível risco, não recomendando as tarefas analisadas, quer para o sexo feminino quer para o sexo masculino. O método indica a necessidade de implementar melhorias de forma a diminuir o risco ergonómico atual.

Tabela 24 – Descrição do PT2 – contentor A

Contentor	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
A	1	Abastecer material	42	1506''	17	Luvas Calçado de segurança
		Formar contentor				
		Montar divisórias de cartão				
		Colocar separador e componentes no contentor				
		Trocar caixas vazias por caixas cheias				
	2	Colocar separadores e componentes no contentor	6			
		Trocar caixas vazias por caixas cheias				
	3	Colocar separador e componentes no contentor	6			
		Trocar caixas vazias por caixas cheias				
	4	Colocar separador e componentes no contentor	6			
		Trocar caixas vazias por caixas cheias				
	5	Colocar separador e componentes no contentor	40			

Contentor	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
		Trocar caixas vazias por caixas cheias				
		Fechar contentor				
		Cintar e identificar contentor				
		Levar contentor de produto acabado para a zona de expedição				
		Levar conjunto de caixas vazias para a zona de expedição				

Já no que diz respeito à avaliação dos membros superiores, com um score de 14.3, o ciclo de trabalho é classificado como sendo de baixo risco, não sendo assim necessário tomar ações para o minorar.

Na Tabela 26 estão detalhados os scores de cada grupo de tarefas avaliados. A cada nível de altura do contentor estão associadas várias tarefas que são analisadas em grupo. Devido ao facto de o 5º nível ter duas atividades de manipulação manual de cargas - tarefas de empurrar, nomeadamente o contentor de produto acabado e as caixas de armazenamento de material vazias -, optou-se por separar a tarefa 'levar caixas para a zona de expedição' e analisá-la individualmente.

Os resultados indicam que os grupos de tarefas de embalagem do contentor A realizadas no primeiro e quinto níveis de altura apresentam um maior risco relativamente aos restantes, em ambas as análises (corpo inteiro e membros superiores). Os *scores* que rondam os 50 pontos na análise de corpo inteiro sugerem alto risco ergonómico, embora a análise aos membros superiores apresente baixo risco, em ambos os grupos. Também a tarefa que diz respeito ao transporte da paleta com as caixas vazias para a zona de expedição apresenta uma elevada pontuação na análise de corpo inteiro, tendo em conta que estamos a falar de uma tarefa individual e não de um grupo de tarefas.

O *score* da análise de corpo inteiro do grupo 'Embalar – 1º nível' deve-se, maioritariamente, à secção das posturas, o que pode ser explicado pelas posturas articulares extremas ao nível dos membros superiores e do tronco mantidas nas tarefas de montagem das divisórias de cartão e colocação dos componentes no nível mais baixo de altura do contentor. Por sua vez, as pontuações dos grupos 'Embalar – 5º nível' e 'Levar caixas para a zona de expedição' resultam das tarefas de manipulação manual de cargas.

Tabela 25 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor A




Corpo inteiro	
Mulheres	Homens
Score total: 46	Score total: 44.5
 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.	 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.
Membros superiores	
Mulheres e Homens	
Score total: 14.3	
 Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	

Tabela 26 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor A

Grupo de tarefas	Corpo inteiro		Membros superiores	Multiplicador
	Mulheres	Homens		
Embalar – 1º nível	52.7	51.9	17.55	0.40
Embalar – 2º nível	33.6	33.6	10.4	0.06
Embalar – 3º nível	33.6	33.6	10.2	0.06
Embalar – 4º nível	33.6	33.6	10.4	0.06
Embalar – 5º nível	52.8	49.3	15.75	0.34
Levar caixas para a zona de expedição	26.4	25.5	4.6	0.04
Pausas	2	2	0	0.05

Depois do estudo dos resultados obtidos com a *screening tool*, seguem-se as análises detalhadas das tarefas de manipulação manual de cargas. Foram estudadas individualmente as seguintes tarefas: (1) levar caixas com material para embalar para o posto; (2) elevar/abaixar a máquina de cintar; (3) levar contentor de produto acabado para a zona de expedição; e (4) levar conjunto de caixas vazias para zona de expedição.

Os *inputs* e resultados obtidos para a primeira tarefa a ser analisada encontram-se na Tabela 27. A tarefa consiste em transportar uma carga com cerca de 214 kg para o posto de trabalho com o porta-paletes, por isso, utilizou-se a norma ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007) para o seu estudo. A força exercida pelo operador foi medida com o auxílio de um dinamómetro, seguindo a abordagem proposta na norma para a medição de forças em tarefas de puxar/empurrar. Segundo a análise, o movimento de empurrar a carga encontra-se na zona verde, ou seja, o risco de lesão é baixo, não sendo necessária a implementação de ações de melhoria. Já o movimento de puxar a carga apresenta risco significativo (zona amarela), o que indica que existe um risco de lesão que não pode ser negligenciado, sendo assim necessárias ações para reduzir ou eliminar esse risco. Como nesta tarefa os operadores transportam a carga executando o movimento de puxar ao invés do empurrar - a única maneira de conseguirem retirar o material do *rack* de chegada -, conclui-se que a tarefa apresenta um risco significativo.

Tabela 27 – Resultado da análise da tarefa ‘levar caixas com material para embalar para o posto’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2

Dados da tarefa								
Duração do turno de trabalho				7.5 h				
Força para empurrar a carga				58 N				
Força para puxar a carga				58 N				
Distância de transporte				6 m				
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1 m				
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m				
Shoulder grip angle				20 °				
Ângulo da força				30 °				
Frequência da tarefa				17/turno				
Género dos operadores ( masculino : feminino)				0 : 100				
Resultados da análise – limites da força								
Empurrar				Puxar				
<50 anos	66.1		77.76		54.16		63.72	
	<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>	
≥50 anos	62.42		73.44		50.95		59.94	
	<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>	

Relativamente à tarefa de elevar/abaixar a máquina de cintar, máquina que ajusta e cola as cintas, esta foi analisada com a EN 1005-2 (EN 1005-02:2007). Aqui, o operador pega na máquina e coloca-a em cima do contentor para executar a tarefa de cintagem; quando termina, pega de novo na máquina e coloca-a no seu local de arrumação. Foram, assim, efetuadas duas análises diferentes, já que os pontos de origem e destino da carga se alteram. A máquina pesa cerca de 3.9 kg e é manipulada apenas com uma mão pelos operadores. Os *inputs* e resultados obtidos na análise desta tarefa encontram-se na Tabela 28. Segundo a norma EN 1005-2 (EN 1005-02:2007), a manipulação da máquina de cintar representa um possível risco para o operador, o que significa que o risco de lesão ou doença é significativo. Na tabela é apenas apresentada a análise do reposicionamento da máquina em cima do contentor. O movimento de arrumar a máquina é analisado da mesma maneira, trocando-se apenas os valores da posição original de pega com os da posição final. O resultado obtido é exatamente o mesmo, pois prevalece o pior índice de elevação entre a origem e o destino.

O transporte do contentor de produto acabado para a zona de expedição foi estudado também com a ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007). O peso de carga é de 180 kg, sendo esta igualmente transportada com o porta-paletes. Nesta análise foi utilizada a mesma metodologia adotada e descrita para a primeira tarefa. Os resultados encontram-se na Tabela 29. Sendo esta uma tarefa de empurrar, conclui-se que a mesma apresenta baixo risco de lesão para os operadores.

A tarefa referente ao transporte das caixas vazias para a zona de expedição foi, à semelhança da primeira e terceira já referidas, analisada segundo a ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007). O peso da carga empurrada com o auxílio do porta-paletes é de cerca de 70 kg. Os resultados da Tabela 30 sugerem um baixo risco de lesão.

Em suma, as análises detalhadas revelam a existência de risco de lesão nas duas primeiras tarefas, risco esse situado na área amarela.

Tabela 28 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor A com a EN 1005-2


Dados da tarefa		
Duração	7.5h	
Massa de referência	25 kg	
Peso da carga	3.9 kg	
Número de movimentações da carga	17/turno	
Altura da pega	Origem	Destino
	63 cm	131 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	30 cm	52 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0°	0°
Condições da pega	Boa	
Resultados da análise		
	Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.	
Peso limite recomendado: 4.52 kg		
Índice de elevação: 0.86		

Tabela 29 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2

Dados da tarefa								
Duração do turno de trabalho				7.5 h				
Força para empurrar a carga				46 N				
Força para puxar a carga				46 N				
Distância de transporte				9 m				
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1 m				
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m				
Shoulder grip angle				20 °				
Ângulo da força				30 °				
Frequência da tarefa				17/turno				
Género dos operadores (masculino : feminino)				0 : 100				
Resultados da análise – limites da força								
Empurrar				Puxar				
<50 anos	59.98		70.56		49.15		57.82	
	<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>	
≥50 anos	56.64		66.64		46.23		54.39	
	<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>		<div><div></div></div>	

Tabela 30 – Resultado da análise da tarefa ‘levar caixas vazias para a zona de expedição’ do PT2 – contentor A com a ISO 11228-2

Dados da tarefa					
Duração do turno de trabalho				7.5 h	
Força para empurrar a carga				34 N	
Força para puxar a carga				34 N	
Distância de transporte				9 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m	
Shoulder grip angle				20 °	
Ângulo da força				30 °	
Frequência da tarefa				17/turno	
Género dos operadores (masculino : feminino)				0 : 100	
Resultados da análise – limites da força					
Empurrar				Puxar	
<50 anos	59.98	70.56		49.15	57.82
	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>
≥50 anos	56.64	66.64		46.23	54.39
	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>

▪ Avaliação do ciclo de embalagem do contentor B

Os componentes colocados no contentor B pesam 1.840 g e têm as seguintes dimensões: 365 mm x 175 mm x 270 mm. Estes chegam à secção em carros logísticos, tendo o operador que os transportar para o posto. No contentor são colocados 46 componentes em dois níveis de altura (140 mm e 510 mm). Entre estes, são colocadas almofadas de papel, conhecido por papel PADPAK, com o intuito de proteger e acondicionar os componentes no interior do contentor. O contentor tem 1100 mm de comprimento, 940 mm de largura e 900 mm de altura. O peso do conjunto (contentor de produto acabado e palete) é de cerca de 110 kg.

A descrição do ciclo de embalagem de um contentor B encontra-se na Tabela 31.

Tabela 31 – Descrição do PT2 – contentor B

Contentor	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
B	1	Abastecer material	64	2579''	10	Luvas Calçado de segurança
		Formar contentor				
		Embalar componentes em sacos				
		Colocar componentes no contentor				
		Acondicionar material no contentor e colocar papel PADPAK entre os componentes				
		Levar carros logísticos vazios para a zona de expedição				
	2	Abastecer material	36			
		Embalar componentes em sacos				
		Colocar componentes no contentor				
		Acondicionar material no contentor e colocar papel PADPAK entre os componentes				
		Fechar contentor				
		Cintar e identificar contentor				
		Levar contentor para a zona de expedição				
		Levar carros logísticos vazios para a zona de expedição				

Para a avaliação do risco ergonómico deste ciclo de embalagem foi utilizada a metodologia já apresentada anteriormente (Figura 8). Desta maneira, relativamente às tarefas de manipulação manual de cargas, estas irão ser apresentadas, todavia, os resultados detalhados da avaliação efetuada podem consultar-se no Anexo C.

Os resultados da análise global efetuada com a ferramenta EAWS (Schaub *et al.*, 2013) expõem-se na Tabela 32. A análise de corpo inteiro indica um possível risco para ambos os sexos (zona amarela). A avaliação dos membros superiores sugere que as tarefas executadas apresentam baixo risco para os operadores.

Mais uma vez, no sentido de dissecar a análise, foram estudados os *scores* dos grupos de tarefas definidos no *software* (Tabela 33). De acordo com a *screening tool*, o primeiro nível do contentor apresenta maior risco e peso na pontuação final comparativamente com o segundo. A análise de corpo inteiro sugere alto risco ergonómico, devendo-se esta classificação, essencialmente, ao acondicionamento do material dentro do contentor, através da colocação do papel PADPAK entre os



componentes. Esta tarefa exige que o operador mantenha posturas penosas ao nível do tronco e dos ombros.

Tabela 32 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor B




<b>Corpo inteiro</b>	
Mulheres	Homens
Score total: 47.9	Score total: 47.1
 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.	 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.
<b>Membros superiores</b>	
Mulheres e Homens	
Score total: 12.9	
 Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	


Tabela 33 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor B

Grupo de tarefas	Corpo inteiro		Membros superiores	Multiplicador
	Mulheres	Homens		
Embalar – 1º nível	51.4	51.1	17.36	0.61
Embalar – 2º nível	49.3	47.3	7.14	0.32
Levar contentor para a zona de expedição	28.4	27	0.6	0.03
Pausas	2	2	0	0.04

As tarefas analisadas detalhadamente neste ciclo de trabalho foram as seguintes: (1) elevar/abaixar máquina de cintar; (2) puxar carro logístico cheio; (3) empurrar carro logístico vazio; e (4) levar contentor de produto acabado para a zona de expedição.

Para a análise da primeira tarefa foi utilizada a mesma metodologia que havia sido utilizada no estudo do ciclo de embalagem dos contentores A – EN 1005-2 (EN 1005-02:2007). Apesar de a tarefa ser muito semelhante à anteriormente estudada, o número de vezes que ocorre no ciclo de trabalho, assim como a altura de pega da máquina aquando da colocação da mesma em cima do contentor, diferem, requerendo uma nova avaliação. O resultado final da análise de risco apresenta-se na Tabela 34 e sugere que o risco da tarefa é negligenciável ou não significativo, ao contrário do que acontecia no ciclo de embalagem do contentor A.

Tabela 34 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor B com a EN 1005-2

<b>Resultado da análise</b>	
 Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	
Peso limite recomendado: 4.73 kg	
Índice de elevação: 0.82	

As restantes três tarefas foram analisadas segundo a norma ISO 11228-2 (ISO 11228-2:2007), seguindo a mesma abordagem aplicada anteriormente no estudo das tarefas de puxar/empurrar do ciclo de trabalho anterior. Os carros logísticos cheio e vazio têm um peso de cerca de 50kg e 20kg, respetivamente. O primeiro é puxado para o posto, enquanto o segundo é empurrado para a zona de expedição. As duas tarefas não têm risco significativo para os operadores (Tabela 35 e Tabela 36).

Tabela 35 – Resultado da análise da tarefa ‘puxar carro logístico cheio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

























	Resultado da análise – limites da força			
	Empurrar		Puxar	
<50 anos	61.44	72.28	48.76	57.37
				
≥50 anos	57.76	67.95	45.67	53.73
				

Tabela 36 – Resultado da análise da tarefa ‘empurrar carro logístico vazio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

	Resultado da análise – limites da força			
	Empurrar		Puxar	
<50 anos	61.44	72.28	48.76	57.37
				
≥50 anos	57.76	67.95	45.67	53.73
				

Já no que diz respeito à quarta e última tarefa, esta consiste no movimento de empurrar o contentor de produto acabado para a zona de expedição, encontrando-se na zona verde dos limites de força (Tabela 37).

Tabela 37 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

	Resultado da análise – limites da força			
	Empurrar		Puxar	
<50 anos	63.65	74.88	52.16	61.36
				
≥50 anos	60.11	70.72	49.06	57.72
				

#### ▪ Avaliação do ciclo de embalagem do contentor E

Cada componente colocado nos contentores do tipo E tem cerca de 228 g, sendo que são embalados grupos de 24 componentes em caixas de cartão com 400 mm de comprimento, 300 mm de largura e 230 mm de altura, o que resulta num peso de 7,34 kg para a caixa cheia. A embalagem dos componentes nas caixas é feita em cima do carro de apoio utilizado no posto, sendo utilizado o papel PADPAK para proteger e acomodar o material. Depois do fecho das caixas, estas são colocadas no contentor, que é abastecido com 25 caixas: 9 dispostas no primeiro nível de altura (140 mm), 9 no segundo (540 mm), e as restantes no terceiro nível (940 mm). As dimensões do contentor são as seguintes: 1100 mm x 940 mm x 900 mm. Depois de fechado e cintado à paleta, o peso do conjunto (paleta e contentor) é de 210 kg, aproximadamente.

A descrição deste ciclo de trabalho pode observar-se na Tabela 38.




No que diz respeito à análise de corpo inteiro do método EAWS (Schaub *et al.*, 2013) indica que, para o sexo feminino, este ciclo de trabalho, se efetuado durante todo o turno, apresenta alto risco ergonómico, devendo ser evitado (Tabela 39). Para o sexo masculino, o risco diminui ligeiramente,

entrando na zona amarela. Os dois *scores* situam-se na zona de transição entre o possível e o alto risco (amarelo e vermelho, respetivamente). Apesar das elevadas pontuações, mais uma vez, a análise dos membros superiores contrasta com a de corpo inteiro, revelando baixo risco.

Tabela 38 – Descrição do PT2 – contentor E

Contentor	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
E	1	Abastecer material	36	4300''	6	Luvas Calçado de segurança
		Formar contentor				
		Embalar componentes nas caixas				
		Colocar caixas no contentor				
	2	Embalar componentes nas caixas	29			
		Colocar caixas no contentor				
	3	Abastecer material	35			
		Embalar componentes nas caixas				
		Colocar caixas no contentor				
		Fechar contentor				
		Cintar e identificar contentor				
		Levar contentor para a zona de expedição				

Tabela 39 – Resultado global da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor E

Corpo inteiro	
Mulheres	Homens
Score total: 52.1	Score total: 48.4
 <p>Alto risco Deve ser evitado: são necessárias ações para controlar o risco.</p>	 <p>Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.</p>
Membros superiores	
Mulheres e Homens	
Score total: 12.7	
 <p>Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.</p>	

De acordo com a Tabela 40, o grupo de tarefas realizadas no primeiro nível de altura apresenta uma pontuação superior à dos restantes grupos, em ambas as análises. Destacam-se as tarefas de embalagem dos componentes nas caixas e de colocação das mesmas no contentor devido às posturas

do tronco exigidas, sendo que a última está ainda associada à manipulação manual de cargas. É igualmente importante evidenciar o elevado *score* da tarefa individual de cintagem, o que fomenta a sua análise detalhada, já que este resulta, em grande parte, da secção de MMC.


Tabela 40 – Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT2 – contentor E

Grupo de tarefas	Corpo inteiro		Membros superiores	Multiplicador
	Mulheres	Homens		
Embalar – 1º nível	58.8	55.3	14.76	0.35
Embalar – 2º nível	50.2	46.4	13.33	0.28
Embalar – 3º nível	55.7	51.5	12.09	0.29
Cintagem	36.9	33.6	8.8	0.04
Pausas	2	2	0	0.04

No que diz respeito à análise detalhada da manipulação de cargas, neste ciclo as seguintes três tarefas foram alvo de estudo: (1) ‘colocação das caixas cheias no contentor’, (2) ‘elevar/abaixar a máquina de cingar’, e (3) ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’.

A primeira tarefa consiste na manipulação de cargas com peso superior a 3 kg utilizando as duas mãos. Tendo em conta as características da tarefa, decidiu aplicar-se a equação NIOSH (NIOSH, 1991). As caixas são colocadas em três diferentes níveis de altura e de largura do contentor, o que requereria 6 análises diferentes. Contudo, optou-se pela mesma técnica utilizada na avaliação holística, isto é, avaliar a tarefa nos três níveis de altura e apenas no nível médio de largura do contentor. O resultado global da tarefa de colocação das caixas no contentor, simulada para um turno de trabalho, encontra-se na Tabela 41. A legislação portuguesa não estabelece um limite para o valor acumulado do peso das cargas manipuladas ao longo de um turno de trabalho por um operador, por isso, este campo não foi preenchido. Neste caso, o valor acumulado é de 1095 kg. Com os índices de elevação, independente da frequência e de tarefa simples, com valores de 1.09 e 1.3, respetivamente, o semáforo acende a luz amarela, indicando a existência de um possível risco para os operadores. Este resultado corresponde ao pior caso obtido na análise individual efetuada a cada uma das três tarefas (Tabela 42). Neste sentido, a análise detalhada desta tarefa é apresentada na Tabela 42. Podemos, assim, concluir que a colocação das caixas no nível inferior de altura do contentor acarreta maior risco de lesão do que a realização da mesma tarefa nos níveis de altura superiores.

Tabela 41 – Resultado global da análise da tarefa ‘colocação das caixas cheias no contentor’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH

Dados do turno de trabalho	
Duração do turno	8 h
Carga acumulada (valor limite nacional)	0 kg
Massa de referência	23 kg
Resultado da análise do turno de trabalho	
	Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.
Carga acumulada: 1095 kg Carga na coluna lombar (pior caso): 1.09 Índice de elevação: 1.3	

As restantes tarefas de manipulação manual de cargas foram avaliadas seguindo a mesma lógica que havia sido utilizada anteriormente na análise dos contentores A e B. Os resultados são expostos na Tabela 44 e na Tabela 45. De salientar que o contentor de produto acabado é empurrado até à zona

de expedição, por isso, a tarefa não apresenta risco. As análises detalhadas das duas tarefas podem consultar-se no Anexo D.

Tabela 42 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocação das caixas cheias no contentor’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH

Ordem de risco	Tarefa	Peso da carga	Frequência	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI
1	Colocar caixas no contentor (1º nível)	7.3 kg	54 vezes/turno	6.67	0.85	5.67	<b>1.09</b>	<b>1.29</b>
2	Colocar caixas no contentor (2º nível)	7.3 kg	54 vezes/turno	8.3	0.85	7.06	0.88	1.03
3	Colocar caixas no contentor (3º nível)	7.3 kg	42 vezes/turno	9.02	0.85	7.67	0.81	0.95

Tabela 43 – Resultado da análise detalhada da tarefa ‘colocar caixas no contentor – 1º nível’ do PT2 – contentor E com a equação NIOSH


Dados da tarefa		
Número de elevações	54/turno	
Peso máximo da carga	7.3 kg	
Peso médio da carga	7.3 kg	
Altura da pega	Origem	Destino
	64 cm	19 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	35 cm	62 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0°	0°
Condições da pega	Aceitável	
Resultado da análise		
<div></div> <div>Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.</div>		
Peso limite recomendado: 5.67 kg		
Carga na coluna lombar: 1.09		
Índice de elevação: 1.29		

Tabela 44 – Resultado da análise da tarefa ‘manipulação da máquina de cintar’ do PT2 – contentor E com a EN 1005-02










Resultado da análise	
 Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	
Peso limite recomendado: 4.73 kg	
Índice de elevação: 0.82	




Tabela 45 – Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor E com a ISO 11228-2

		Resultado da análise – limites da força			
		Empurrar		Puxar	
<50 anos		66.1	77.76	54.16	63.72
					
≥50 anos		62.42	73.44	50.95	59.94
					

▪ Avaliação ponderada do PT2

Com os resultados das análises ergonómicas efetuadas através da ferramenta EAWS (Schaub *et al.*, 2013) e os valores da representatividade de cada um dos três contentores no volume total de produção do PT2, calculou-se um *score* ponderado para o risco ergonómico do PT2 (Tabela 46). A pontuação da avaliação de corpo inteiro indica que este é um posto de trabalho com possível risco ergonómico, contudo, muito próximo do alto risco. No que respeita aos membros superiores, o *score* é baixo, acendendo o semáforo a cor verde.

Tabela 46 – Resultado global ponderado da aplicação da EAWS ao posto de trabalho 2

Corpo inteiro	
Mulheres	Homens
Score total: 48.2	Score total: 46.6
 <p>Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.</p>	 <p>Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.</p>
Membros superiores	
Mulheres e Homens	
Score total: 13.7	
 <p>Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.</p>	

De seguida, apresenta-se o estudo do posto de trabalho com a ferramenta MARZC (Figura 9). Na impossibilidade de avaliar uma proporção significativa dos três ciclos de trabalho com esta metodologia, foram escolhidas três tarefas realizadas no PT2, sendo uma representativa de cada ciclo de trabalho. Relativamente ao ciclo de trabalho dos contentores do tipo A, foi escolhida a montagem das divisórias; para a representação do ciclo de trabalho dos contentores do tipo B, decidiu-se avaliar a colocação de papel PADPAK entre os componentes; por último, a colocação das caixas no contentor foi a tarefa selecionada para representar o ciclo de embalagem dos contentores do tipo E. As três tarefas são realizadas no primeiro nível, isto é, o nível de altura de trabalho mais baixo. Para obter o nível de risco de LMERT de cada segmento corporal na realização das tarefas, foi atribuído a cada uma o mesmo fator de ponderação que havia sido utilizado anteriormente no cálculo do *score* final da avaliação holística para o PT2, já que cada tarefa representa um tipo de contentor. Como se pode observar, segundo a análise realizada com a MARZC (Carrelhas, 2010), este posto de trabalho apresenta vários segmentos corporais cujos níveis de risco de LMERT são muito altos, encontrando-se, mais precisamente, 6 segmentos nesta situação: cervical, ombros (esquerdo e direito), tronco, e punhos (esquerdo e direito). Os restantes apresentam níveis desde moderado a alto, com a exceção dos dedos das mãos que estão coloridos a verde.

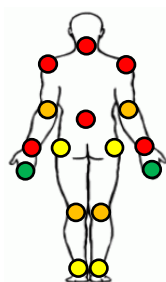


Figura 9 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT2

#### 4.3.2.2. Posto de trabalho 3

Este posto tem operações muito semelhantes às do PT2, contudo, a sua taxa de utilização é bastante inferior. Aqui, são igualmente embalados componentes em contentores, sendo esses componentes previamente embalados em caixas de cartão, em cima de uma bancada de trabalho com 950 mm de altura. Depois de completo, o contentor é fechado e levado diretamente para a zona de expedição que se encontra muito próxima do posto de trabalho. Sendo assim, os contentores embalados no PT3 não necessitam do processo de cintagem. Outra questão importante prende-se com o facto de os pesos manipulados neste posto de trabalho serem superiores aos manipulados no PT2.

Em relação ao PT3, pretendia-se efetuar a sua avaliação ergonómica seguindo a mesma metodologia utilizada para o PT2 devido às semelhanças entre ambos. Todavia, não foi possível observar um ciclo completo e contínuo de trabalho por questões de gestão e organização da secção. Este facto levou à adoção de uma metodologia de avaliação diferente (Figura 10): depois da análise geral das condições ergonómicas do posto de trabalho, seguiu-se a aplicação da equação NIOSH (NIOSH, 1991) para a análise do risco da manipulação manual das caixas que são colocadas no contentor. Ao contrário do que foi feito anteriormente na avaliação dos contentores embalados no PT2, onde se estudaram os diferentes níveis de altura e se utilizou o nível médio de largura do contentor, neste posto de trabalho, optou-se por uma análise minuciosa, sendo assim analisados os três níveis de altura e de largura do contentor.

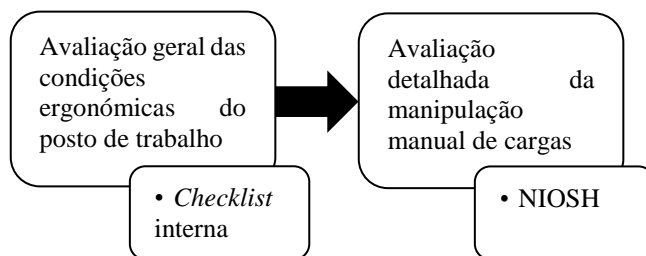


Figura 10 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT3

Os resultados da *checklist* (Tabela 47) evidenciam as semelhanças entre os PT2 e PT3 e a necessidade de efetuar uma análise de risco pormenorizada às tarefas de MMC. Para tal, selecionou-se um dos contentores mais pesados embalados no PT3 para estudo, sendo este intitulado por contentor F. Neste contentor são embaladas 25 caixas de cartão cujos pesos variam entre 2 kg e 11,8 kg. Apesar de existirem contentores onde são acondicionadas caixas mais pesadas (até 16 kg), o seu volume de produção não é tão elevado comparativamente ao do contentor estudado. Neste, as caixas são colocadas em três níveis de altura (150 mm, 500 mm e 770 mm) e três níveis de largura (350 mm, 620 mm e 750 mm), o que se traduz em 9 análises diferentes, isto é, uma para cada combinação distinta de altura e largura.

Na análise ergonómica foi simulada a embalagem de um contentor F por turno de trabalho, sendo o resultado exposto na Tabela 48. Apesar de o semáforo exibir a cor vermelha, o *software* conclui que a tarefa apresenta possível risco ergonómico, nível referente à cor amarela. Isto acontece devido ao facto de, no terceiro nível de largura do contentor, a distância horizontal entre as mãos e a linha

vertical que passa pelos tornozelos do operador no momento em que este deposita a carga no contentor ser superior a 630 cm (cerca de 75 cm), valor limite máximo estabelecido pela equação NIOSH (NIOSH, 1991). Segundo Waters *et al.* (1994), uma distância horizontal de cerca de 63 cm é já demasiado elevada para operadores de estatura mais baixa. Além disso, os autores acrescentam que, nesta situação, a carga não pode ser elevada verticalmente sem que se verifique perda de equilíbrio por parte do operador. Com a distância horizontal de 75 cm, o multiplicador horizontal assume o valor 0, o que, consequentemente, se traduz na obtenção do mesmo valor para o peso limite recomendado. Daqui resulta a impossibilidade de avaliação das tarefas em questão, o que leva o *software* a concluir que estas devem ser classificadas como tarefas de alto risco. A análise detalhada das tarefas individuais pode ser observada na Tabela 49.

Tabela 47 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT3 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	Existem várias tarefas características do posto de trabalho que obrigam o operador a adotar posturas de trabalho incorretas. Ex: formação de contentores; processo de abastecimento dos contentores; e alcance do papel PADPAK.
	A embalagem de peças em caixas em cima da bancada é efetuada acima da altura ótima de trabalho.
	A embalagem de peças em caixas em cima dos carros de apoio é efetuada abaixo da altura ótima de trabalho.
Área de alcance e campo de visão	Para alcançar o material que se encontra nos bordos de linha, o colaborador necessita de executar uma extensão significativa dos membros superiores (superior a 500 mm).
	Verifica-se a dificuldade de acesso aos documentos libertados pela impressora localizada no posto de trabalho.
	Não existe iluminação localizada no posto de trabalho.
Peso de peças e cargas manuseadas	Todas as tarefas de manipulação manual de cargas devem ser analisadas em detalhe com os métodos de avaliação de risco adequados.

Tabela 48 – Resultado global da análise das tarefas de MMC do contentor F com a equação NIOSH


Dados do turno de trabalho	
Duração do turno	8 h
Carga acumulada (valor limite nacional)	0 kg
Massa de referência	23 kg
Resultado da análise do turno de trabalho	
	Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.
Carga acumulada: 393.6 kg Carga na coluna lombar (pior caso): 1.83 Índice de elevação: 2.15	



Tabela 49 – Resultados da análise detalhada das tarefas de MMC do contentor F com a equação NIOSH

Ordem de risco	Tarefa	Peso da carga	Frequência	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI
1	Colocar caixas (1º nível altura; 2º nível largura)	11.8 kg	5 vezes/turno	6.46	0.85	5.49	<b>1.83</b>	<b>2.15</b>
2	Colocar caixas (2º nível altura; 2º nível largura)	11.8 kg	6 vezes/turno	7.64	0.85	6.49	1.54	1.56
3	Colocar caixas (1º nível altura; 1º nível largura)	11.8 kg	5 vezes/turno	11.47	0.85	9.75	1.03	1.21
4	Colocar caixas (2º nível altura; 1º nível largura)	11.8 kg	6 vezes/turno	13.56	0.85	11.53	0.87	0.88
5	Colocar caixas (3º nível altura; 2º nível largura)	5 kg	4 vezes/turno	9.02	0.85	7.67	0.55	0.38
6	Colocar caixas (3º nível altura; 1º nível largura)	5 kg	4 vezes/turno	16	0.85	13.6	0.31	0.21
7	Colocar caixas (1º nível altura; 3º nível largura)	11.8 kg	5 vezes/turno	0	0.85	0	0	0
8	Colocar caixas (2º nível altura; 3º nível largura)	11.8 kg	6 vezes/turno	0	0.85	0	0	0
9	Colocar caixas (3º nível altura; 3º nível largura)	5 kg	4 vezes/turno	0	0.85	0	0	0

Perante a incapacidade de avaliar as tarefas acima referidas, o *software* opta por analisar as restantes tarefas cujo valor para a distância horizontal se encontra dentro dos limites estabelecidos pelo método. E é neste sentido que, tendo em conta o pior caso, são obtidos os valores de 1.83 e 2.15 para os índices de elevação, independente da frequência e de tarefa simples, respetivamente, concluindo-se que a embalagem do contentor representa um possível risco para os operadores.

Tendo em conta os resultados obtidos e as características do ciclo de embalagem já descritas, considera-se que se deve assinalar o PT3 como um posto de alto risco que necessita urgentemente de ações de melhoria.

#### 4.3.3. Sacos

Na categoria Sacos existem 5 postos de trabalho, porém, apresentar-se-á apenas o PT6 por se considerar o posto mais interessante. A atividade de trabalho dos restantes postos (PT7, PT8, PT9 e PT10) é semelhante à do PT6, daí a metodologia de análise utilizada ser a mesma. Além disso, os quatro postos são exatamente iguais e, por essa razão, decidiu-se analisar apenas um, nomeadamente o posto 9, e extrapolar os resultados da avaliação ergonómica para os restantes. Estes resultados podem encontrar-se no Anexo E.

##### 4.3.3.1. Posto de trabalho 6

O PT6 é um posto de trabalho em pé, caracterizado pela embalagem de uma grande variedade de peças com dimensões muito reduzidas em pequenos sacos de plástico. O processo de embalagem é feito com uma máquina semiautomática que tem uma bancada cuja altura é ajustável, onde são dispostas as peças a embalar. O operador coloca as peças no dispositivo da máquina que as direciona para dentro do saco e, de seguida, aciona o pedal para fechar o saco, que cai para dentro de uma caixa de plástico com a altura de pega a cerca de 430 mm. Quando a caixa fica completamente cheia, o

operador tem de levá-la para o local de produto acabado e trocá-la por uma vazia, sendo esta uma tarefa que não ocorre em todos os ciclos de trabalho.

Como se pode concluir, o ciclo de trabalho é muito simples e, para qualquer que tipo de peças a ser embalado, o processo é sempre o mesmo, não variando significativamente o seu tempo de ciclo. Por isso, e também por questões de economia de tempo, optou-se por seguir as indicações do responsável da secção que indicou um dos ciclos de trabalho como sendo dos mais realizados neste posto. Neste ciclo, são embaladas três peças no saco com dimensões inferiores a 20 mm de comprimento, 20 mm de largura e 20 mm de altura. Na Tabela 50, encontra-se uma descrição detalhada do posto e da sua atividade de trabalho.

Tabela 50 – Descrição do PT6

Posto de trabalho	Tarefa	Tempo da tarefa	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de sacos/turno	EPI
PT6	Colocar peças no dispositivo e acionar pedal	3''	100	3''	8600	Calçado de segurança

Para o estudo ergonómico do PT6 foram utilizados os métodos de avaliação apresentados na Figura 11. Relativamente à análise geral qualitativa (Tabela 51), salienta-se o trabalho estático realizado no posto. Contrastando com os postos de trabalho estudados até aqui, no PT6 não se verifica a manipulação de cargas.

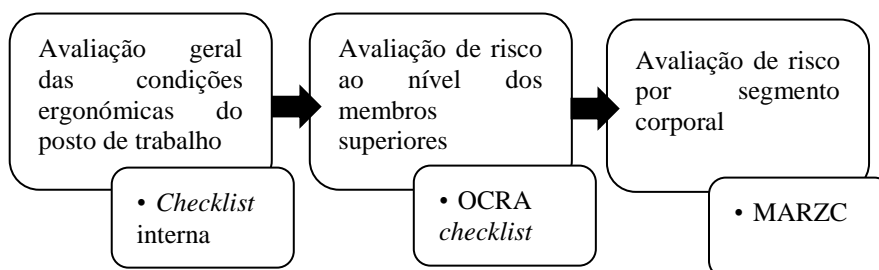


Figura 11 – Metodologia utilizada para a avaliação ergonómica do PT6

Tabela 51 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT6 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	A atividade de trabalho realizada no posto é inteiramente estática.
Espaço de movimentação e acesso	Ocasionalmente, o operador inclina-se para retirar a caixa de produto acabado que se encontra num suporte debaixo da máquina.

Segundo o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), o PT6 apresenta risco elevado, um resultado expectável tendo em conta que estamos perante um ciclo de trabalho muito curto, resultando na execução de um elevado número de movimentos repetitivos ao nível dos membros superiores. Esta questão pode ser constatada na Tabela 52, nomeadamente no fator de risco da frequência que apresenta um elevado *score*. As ações realizadas pelo operador obrigam, também, à adoção de posturas incorretas dos membros superiores, desde o ombro até ao sistema mão-dedos, o que resulta num *score* elevado no fator da postura. Na análise efetuada com a MARZC (Carrelhas, 2010; Figura 12), estes dois fatores de risco são igualmente visíveis, já que os membros superiores apresentam, maioritariamente, a cor laranja, isto é, risco alto de lesão. No que diz respeito aos

restantes segmentos corporais, esta metodologia indica também a existência de um risco alto de lesão, com a exceção do pé direito que apresenta risco médio. Isto acontece porque, devido ao acionamento do pedal, o peso corporal do operador não se encontra bem distribuído por ambos os membros inferiores.

Tabela 52 – Resultados da aplicação do método OCRA *checklist* ao PT6

Duração [min]	Recuperação	Frequência	Força	Postura	Fatores adicionais	Pontuação
430	5	8	1	7	0	21

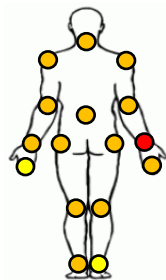


Figura 12 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT6

#### 4.3.4. Caixas

Dentro da categoria Caixas existem dois postos iguais (PT12 e PT13) e, por essa razão, analisou-se apenas o PT13, assumindo que os resultados obtidos para este são iguais aos que se obteriam para o PT12.

Relativamente ao PT11, tendo operações semelhantes aos restantes postos da categoria e por uma questão de espaço neste documento, o seu estudo encontra-se no Anexo F.

##### 4.3.4.1. Posto de trabalho 13

O PT13 é um posto de trabalho de pé, onde se embalam diversas peças em caixas de cartão. Apenas um dos ciclos de trabalho realizados neste posto será estudado, nomeadamente o que diz respeito à peça com maior volume de produção (Tabela 53). A peça tem um peso de cerca de 450 g e, para a sua proteção, esta é envolvida em papel PADPAK antes de ser colocada dentro de uma caixa com 150 mm de comprimento, 100 mm de largura e 120 mm de altura, sendo o peso final da embalagem de aproximadamente de 530 g. Todas as operações são manuais e realizadas numa bancada de trabalho com 850 mm de altura. Depois de fechadas, as caixas são colocadas, duas a duas, em cima de um carro logístico que se encontra atrás do operador, a 350 mm de altura.

A metodologia adotada para a avaliação ergonómica deste posto de trabalho corresponde à que foi utilizada no estudo do PT6 (Figura 11). Nas Tabela 54 e Tabela 55 exibem-se os resultados da aplicação da *checklist* interna e do método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), respetivamente. De acordo com o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), o PT13 é o posto que apresenta menor risco ergonómico. Com um *score* de 8, o método rotula-o de posto de trabalho de risco reduzido. De facto, no ciclo de trabalho analisado, os fatores de risco frequência, força e postura têm pontuações muito baixas e até mesmo nulas, como é o caso das forças exercidas. Evidencia-se, tal como no PT1, a pontuação atribuída aos períodos de recuperação no turno de trabalho.

No que diz respeito à aplicação da MARZC (Carrelhas, 2010), com este método avaliaram-se duas tarefas do ciclo de trabalho em estudo, que correspondem às realçadas na Tabela 53. O motivo pelo qual as duas foram selecionadas prende-se com o facto de o operador adotar posturas articulares extremas aquando da sua execução. Na primeira tarefa, esta situação verifica-se ao nível dos punhos, enquanto na segunda a postura crítica observa-se ao nível do tronco. Deste modo, considera-se que estas duas tarefas em conjunto representam o ciclo de trabalho corretamente. Esta metodologia sugere que a cervical e os punhos dos operadores estão sujeitos a maior risco de LMERT relativamente às restantes regiões corporais para as quais os níveis de risco não são significativos

(Figura 13). A tarefa de embalagem das peças é a principal responsável pelos resultados, pois exige aos operadores movimentos com amplitudes articulares extremas ao nível dos punhos assim como a flexão da região cervical, que se deve, em grande parte, à altura da bancada de trabalho.

Tabela 53 – Descrição do PT13

Posto de trabalho	Tarefa	Tempo da tarefa	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de caixas/turno	EPI
PT13	Pegar e formar caixa de cartão (2x)	6''	12	52''	992	Luvas Calçado de segurança
	Pegar peça e material (2x)	10''	19			
	Embalar peça (2x)	14''	27			
	Fechar e identificar caixa de cartão (2x)	18''	35			
	Pegar e posicionar caixas de cartão no local de produto acabado	4''	8			

Tabela 54 – Inconformidades ergonómicas encontradas no PT13 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	Existem várias tarefas características do posto de trabalho que obrigam o operador a adotar posturas de trabalho incorretas. Ex: colocação do produto acabado nos carros logísticos; alcance do material que se encontra nos bordos de linha; e alcance do papel PADPAK.
Área de alcance e campo de visão	Para alcançar o material que se encontra nos bordos de linha, o colaborador necessita de executar uma extensão significativa dos membros superiores (superior a 500 mm).
	Não existe iluminação localizada no posto de trabalho.
Mostradores e dispositivos operacionais	O quadro de informação encontra-se acima dos 1800 mm de altura (em relação ao solo).

Tabela 55 – Resultados da aplicação do método OCRA *checklist* ao PT13

Duração [min]	Recuperação	Frequência	Força	Postura	Fatores adicionais	Pontuação
430	5	2	0	1	0	8

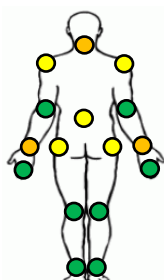


Figura 13 – Resultado da aplicação da MARZC ao PT13

#### 4.4. Comparação entre os métodos de avaliação integrada do risco de LMERT

Neste estudo foram aplicados três métodos de avaliação integrada do risco de LMERT: OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), EAWS (Schaub *et al.*, 2013) e MARZC (Carrelhas, 2010). Na Tabela 56 encontram-se os resultados obtidos com a aplicação destes métodos, permitindo uma comparação entre os métodos de avaliação geral e a metodologia de avaliação de risco por zona corporal.

No caso do PT1, o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013) classifica-o como um posto de baixo risco. Por sua vez, a MARZC (Carrelhas, 2010) avalia o membro superior direito com níveis de risco desde o médio até ao muito alto. De facto, este membro é o mais solicitado no posto de trabalho e a avaliação por zona anatómica mostra isso mesmo inequivocamente. Uma das principais razões para as diferenças existentes entre os resultados obtidos com os dois métodos prende-se com a análise das posturas, já que a MARZC (Carrelhas, 2010) penaliza intervalos de amplitude dos movimentos articulares menores. Isto é, para o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013) apenas as posturas e/ou movimentos que requerem ângulos que excedam os 50% da amplitude articular devem ser tidos em conta. Por exemplo, neste posto verifica-se o movimento de supinação que, segundo a avaliação de risco por zona corporal, começa a ser avaliado quando o punho efetua uma rotação até 45°. Por outro lado, para o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), o movimento só deve ser considerado na análise se a rotação ultrapassar os 60°.

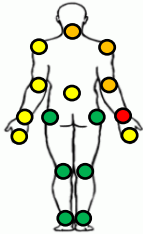
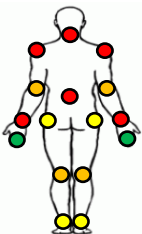
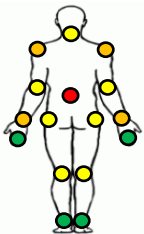
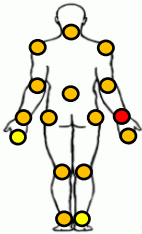
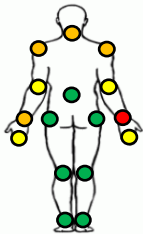
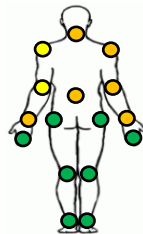
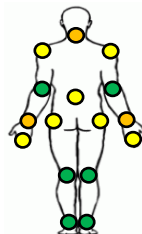
Os PT2 e PT4&5 apresentam, na análise de corpo inteiro, um possível risco, com pontuações muito próximas do alto risco. Contudo, as análises dos membros superiores indicam apenas baixo risco. De relembrar que, para a avaliação por zona corporal, foram somente estudadas as tarefas mais penosas, de acordo com a ferramenta EAWS (Schaub *et al.*, 2013), e isto pode explicar a existência de zonas anatómicas com risco muito alto de lesão na análise com a MARZC (Carrelhas, 2010). Ainda assim, os resultados não divergem significativamente, quando comparando a análise de corpo inteiro e avaliação por região corporal, com a última a evidenciar todos os segmentos onde o esforço exigido é maior. No que diz respeito à análise dos membros superiores, os resultados afastam-se dos obtidos com a MARZC (Carrelhas, 2010), tal como observado anteriormente para o PT1, pois esta análise baseia-se essencialmente no método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013).

O posto de trabalho com maior risco de LMERT para os membros superiores, PT6, segundo o método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), apresenta resultados análogos entre os dois métodos. A região do punho direito é a mais solicitada pela atividade de trabalho, o que se confirma com a MARZC (Carrelhas, 2010).

Para os restantes postos de trabalho, PT9, PT11 e PT13, observa-se a situação já referida acima para o PT1. Outra razão pela qual os resultados dos dois tipos de avaliação divergem entre si pode derivar do facto de a avaliação de risco por zona corporal não considerar os períodos de recuperação ao longo do turno de trabalho, ao contrário do método OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013).

Seria necessário efetuar um estudo com um número maior de postos de trabalho para se conseguirem tirar conclusões mais precisas acerca das divergências encontradas entre as avaliações dos diferentes métodos.

Tabela 56 – Comparação entre os resultados dos diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT aplicados

<b>PT</b> <b>Método</b>	PT1	PT2	PT4&5	PT6	PT9	PT11	PT13
OCRA <i>checklist</i>	10	-	-	21	9	9	8
EAWS	-	Mulheres: 48.2	Mulheres: 45.9	-	-	-	-
		Homens: 46.6	Homens: 44.2				
		MS: 13.7	MS: 18.5				
MARZC							

#### 4.5. Avaliação da sintomatologia músculo-esquelética autorreferida

Como já referido anteriormente, para a avaliação da SME dos trabalhadores da secção de embalagem aplicou-se um questionário de autorresposta, sendo os resultados apresentados e analisados seguidamente. A taxa de resposta ao questionário foi de 100%, ou seja, os 13 operadores da secção colaboraram neste estudo, considerando-se válidas todas as respostas.

Os resultados do questionário vão ser apresentados pela seguinte ordem: Parte 1 – Caracterização da população; Parte 2 – Caracterização da atividade de trabalho; Parte 3 – Caracterização de aspetos organizacionais e psicossociais; e Parte 4 – Caracterização das queixas e da sintomatologia músculo-esquelética.

##### 4.5.1. Parte 1 – Caracterização da população

A população em estudo é exclusivamente do sexo feminino, tendo idades compreendidas entre os 20 e os 65 anos e com a classe modal dos 40 aos 49 anos (Figura 14).

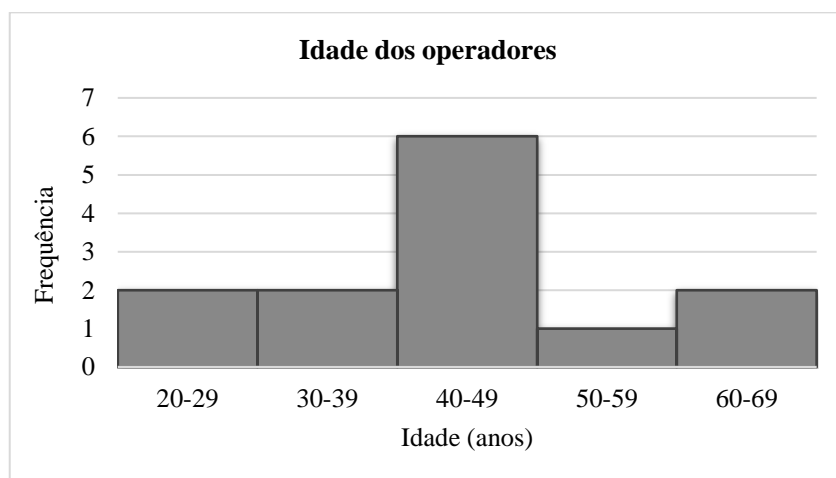


Figura 14 – Distribuição dos operadores por classes etárias

Com os valores obtidos para as variáveis peso e altura dos inquiridos, calculou-se o índice de massa corporal (IMC), de acordo com o definido pela OMS (WHO, 2016). As principais medidas estatísticas (média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo) referentes ao peso, altura e IMC dos operadores da secção de embalagem e cujos valores se apresentam em quilogramas (kg), metros (m) e quilogramas por metro quadrado ( $\text{kg/m}^2$ ), respetivamente, encontram-se na Tabela 57. O valor esperado e a mediana para o índice de massa corporal situam-se no intervalo da eutrofia, contudo, o mínimo indica uma situação de subnutrição e o máximo de obesidade (WHO, 2016; APD, 2016). Esta questão é relevante, pois, tal como referido no ponto 2.2.4., a obesidade tem sido apontada como um fator de risco de LMERT por variados autores.

Tabela 57 – Peso, altura e IMC dos operadores

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
<b>Peso (kg)</b>	58,54	60,00	7,45	41	70
<b>Altura (m)</b>	1,56	1,54	0,07	1,49	1,69
<b>IMC (<math>\text{kg/m}^2</math>)</b>	24,29	23,73	3,79	18,22	31,11

Relativamente à lateralidade, apenas duas das 13 operadoras se afirmam esquerdinas, tendo as restantes o membro superior direito como dominante.

A maioria das operadoras inquiridas encontra-se vinculada à empresa e à secção de embalagem há mais de uma década, tendo-se obtido o valor médio de 18 e 15 anos para a antiguidade das operadoras

na empresa e na secção, respetivamente (Tabela 58). Os valores mínimo e máximo que as duas variáveis atingem apresentam uma dispersão significativa, verificando-se desde a presença de trabalhadoras recentes (com menos de 1 ano completo de trabalho) até trabalhadoras que exercem a mesma atividade de trabalho na empresa há mais de 25 anos.

Tabela 58 – Antiguidade dos operadores na empresa e na secção de embalagem

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
<b>Antiguidade na empresa (anos)</b>	17,65	18,67	8,60	0,92	26,00
<b>Antiguidade na secção (anos)</b>	15,11	17,00	9,58	0,92	26,00

#### 4.5.2. Parte 2 – Caracterização da atividade de trabalho

Toda a população em estudo dedica, em média, cerca de sete horas e meia por dia à atividade de trabalho da secção de embalagem, dividindo-se em dois turnos, por norma, fixos. No turno da manhã, trabalham 6 operadoras, constituindo as restantes a equipa do turno da tarde. Devido às flutuações da produção, o número de horas semanais e os turnos de trabalho podem variar.

Na secção em estudo as operadoras não se encontram vinculadas apenas a um posto de trabalho, rodando por diferentes postos consoante as necessidades de produção. Os PT12 e PT13, pertencentes à categoria Caixas, correspondem aos postos onde um maior número de trabalhadoras opera com frequência, seguindo-se os PT2 e PT3 da categoria Contentores, cuja atividade de trabalho se caracteriza fortemente pela manipulação manual de cargas. Isto significa que uma operadora pode desempenhar tarefas de diferente cariz ao longo do seu turno de trabalho.

É relevante salientar o facto de as duas responsáveis de equipa desempenharem tarefas diferentes das executadas pelas restantes operadoras, já que a sua função se prende, essencialmente, com a gestão e a melhoria contínua dos processos da secção. Nesta secção em particular, os responsáveis realizam um conjunto significativo de tarefas de manipulação manual de cargas e, frequentemente, apoiam a equipa trabalhando diretamente nos postos de trabalho.

#### 4.5.3. Parte 3 – Caracterização de aspetos organizacionais e psicossociais

No que diz respeito à ansiedade e/ou *stress* provocados pelo trabalho, 84,6% das inquiridas afirmam sentir pelo menos um de ambos. As respostas afirmativas classificaram, ainda, a intensidade dos agentes através de uma escala de Likert com cinco níveis: (1) leve, (2) ligeira, (3) média, (4) forte, e (5) muito forte. Todos os níveis de intensidade foram mencionados pelas operadoras, verificando-se o médio em mais de metade das respostas (Figura 15).

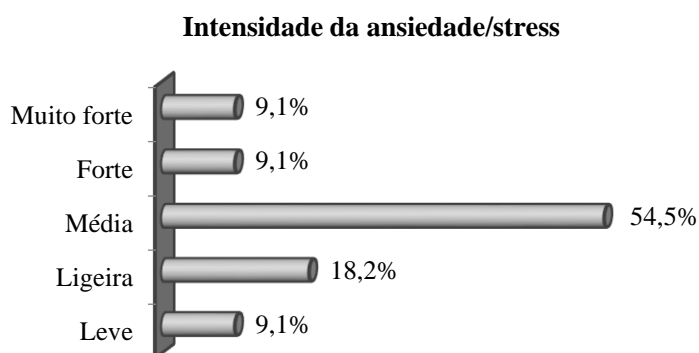


Figura 15 – Níveis de ansiedade ou *stress* sentidos pelas operadoras

Quando questionadas acerca da sua satisfação com o trabalho desempenhado, uma maioria expressiva (cerca de 76,9%) da população afirma sentir-se satisfeita.



Apesar da dispersão das respostas, consegue concluir-se que as operadoras não sentem uma pressão temporal significativa na concretização das suas tarefas, tendo sido obtida apenas uma resposta na categoria ‘raramente’ que indica que a inquirida considera que não lhe é fornecido o tempo necessário para o desempenho correto da sua atividade de trabalho (Figura 16).

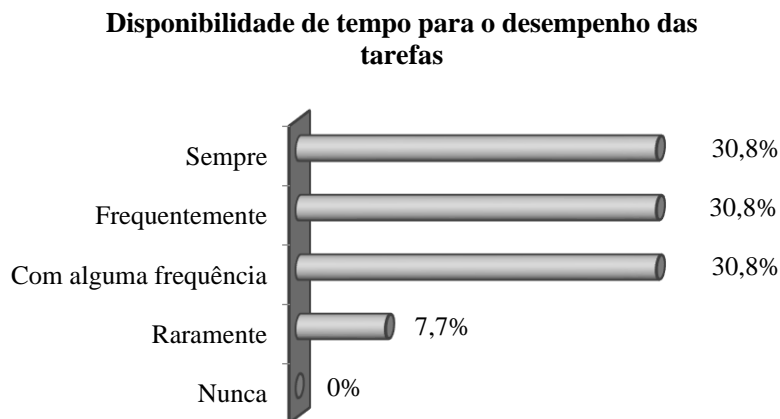


Figura 16 – Caracterização da pressão temporal sentida pelas operadoras

#### 4.5.4. Parte 4 – Caracterização das queixas e da sintomatologia músculo-esquelética

Todas as operadoras reportaram a existência de fadiga, desconforto ou dor em, pelo menos, uma região corporal durante os últimos 12 meses. Vários fatores de risco podem ter contribuído para este resultado, desde os físicos (tais como: iluminação insuficiente em alguns postos de trabalho; ambiente térmico da secção com necessidade de aquecimento; tarefas que exigem posturas penosas e/ou estáticas, repetitividade de movimentos, aplicação de força e o contacto com ferramentas vibratórias) até aos individuais (por exemplo: população exclusivamente feminina; operadoras com idade igual ou superior a 60 anos; o valor médio para a antiguidade na secção ser de, aproximadamente, 15 anos; casos de subnutrição e obesidade entre as inquiridas). Também Shamsuddin *et al.* (2014) obtiveram o valor de 100% para a prevalência de LMERT na sua investigação. Neste seguimento, as regiões corporais com maior prevalência de SME foram as seguintes (Figura 17): coluna lombar (92,3%), ombros (92,3%), coluna cervical (84,6%), punhos/mãos (84,6%), coluna dorsal (76,9%), tornozelos/pés (69,2%). Estas áreas, à exceção dos punhos/mãos, foram igualmente identificadas como sendo as mais problemáticas noutros estudos semelhantes (Azizi *et al.*, 2016; Deros *et al.*, 2016; Ghasemkhani *et al.*, 2008). Todavia, a maioria das percentagens relativas à prevalência de SME encontradas neste estudo são consideravelmente superiores. Klusmann *et al.* (2017) e Shamsuddin *et al.* (2014) obtiveram valores muito semelhantes (entre os 84% e os 84,7%) ao encontrado para a região cervical.

No que concerne à presença de SME nos últimos 7 dias, destacam-se três regiões corporais – cotovelos, coluna dorsal e ancas/coxas – com uma taxa de prevalência de 100%. Estes resultados eram expectáveis, pois estamos perante um grupo de operadoras exposto a atividades de MMC e de embalagem, onde as tarefas exigem um grande esforço das regiões da coluna e dos membros superiores. Os elevados valores obtidos para as zonas dos tornozelos/pés (88,9%) e das ancas/coxas (100%) podem ser explicados pelo trabalho estático e pela postura incorreta adotada no PT6 e já discutida anteriormente no ponto 4.3.3.1.. Estes resultados são significativamente superiores aos obtidos por Aghilinejad *et al.*, (2012), apesar de os autores também terem identificado as regiões da lombar e da dorsal entre as mais referenciadas pelos operadores.

No que diz respeito ao absentismo associado à SME referida, observa-se uma oscilação entre os 0 e os 10%, salientando-se as regiões da coluna dorsal (10,0%) e cervical (9,1%). Conclui-se, assim, que, em geral, os sintomas verificados pelos operadores ao longo dos últimos 12 meses em determinadas zonas do corpo não os impediram de realizar a sua atividade profissional.

A análise da intensidade do incômodo, fadiga ou dor reportada pelos operadores (Figura 18) evidencia referências de 9,1% para o nível insuportável (coluna cervical). O nível intenso corresponde ao nível de intensidade mais frequentemente referido, seguindo-se o moderado. A zona das ancas/coxas verifica o grau intenso na totalidade das respostas (100%).

Relativamente à zona dos ombros, 12 dos 13 respondentes (92,3%) apresentam queixas. Destes, 7 (58,3%) classificam as mesmas com o nível intenso, enquanto os restantes assinalam o moderado. Igualmente para a região lombar, 11 dos 12 respondentes (91,7%) que evidenciam a presença de desconforto qualificam-no com um grau de intensidade igual ou superior a moderada.

A coluna cervical é o único segmento corporal onde se verificam referências para todos os níveis de intensidade com 10 inquiridos (90,9%) a revelarem sintomas de desconforto igual ou superior a moderado; destaca-se o nível de moderado com 7 dos 11 operadores (63,6%) que apresentam queixas nesta região a indicá-lo.

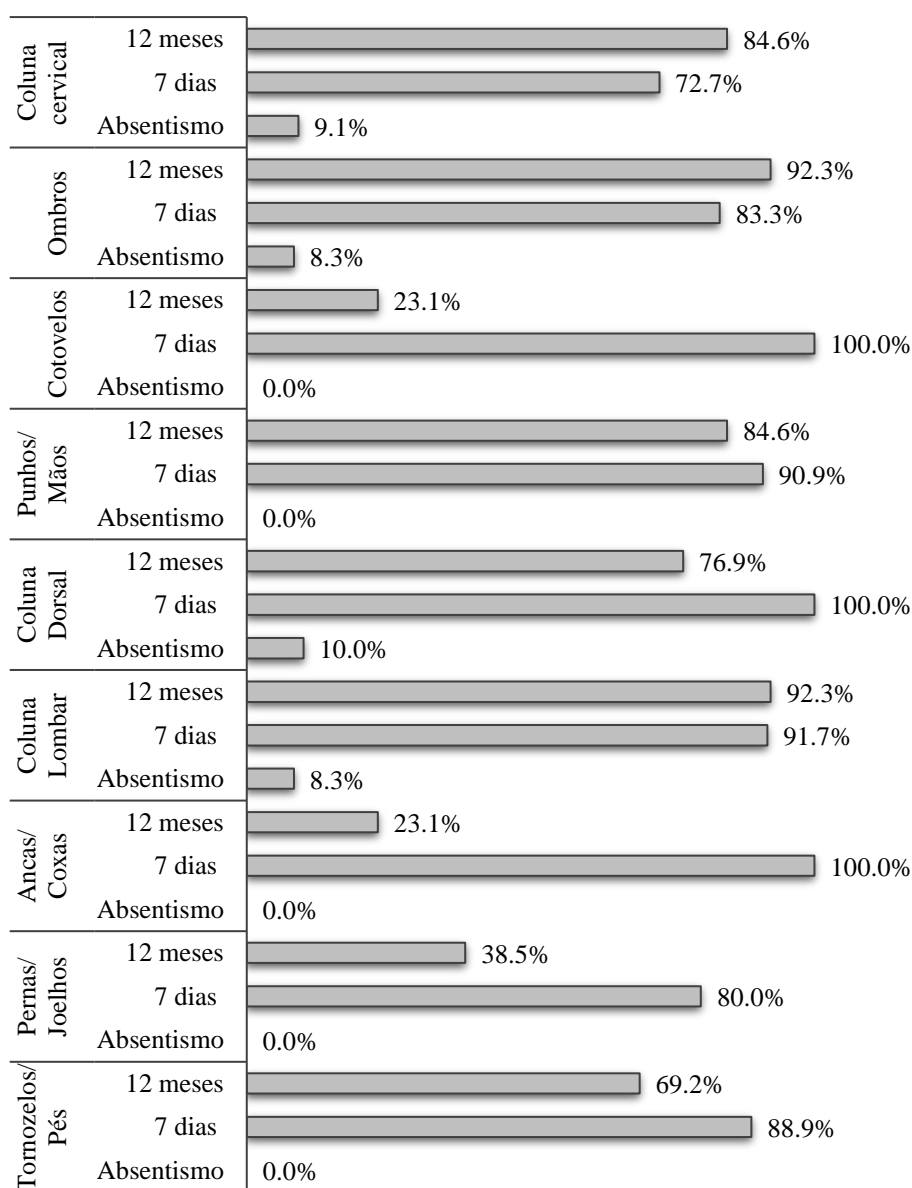


Figura 17 – Percentagens de desconforto por zona corporal, período temporal e prevalência do absentismo

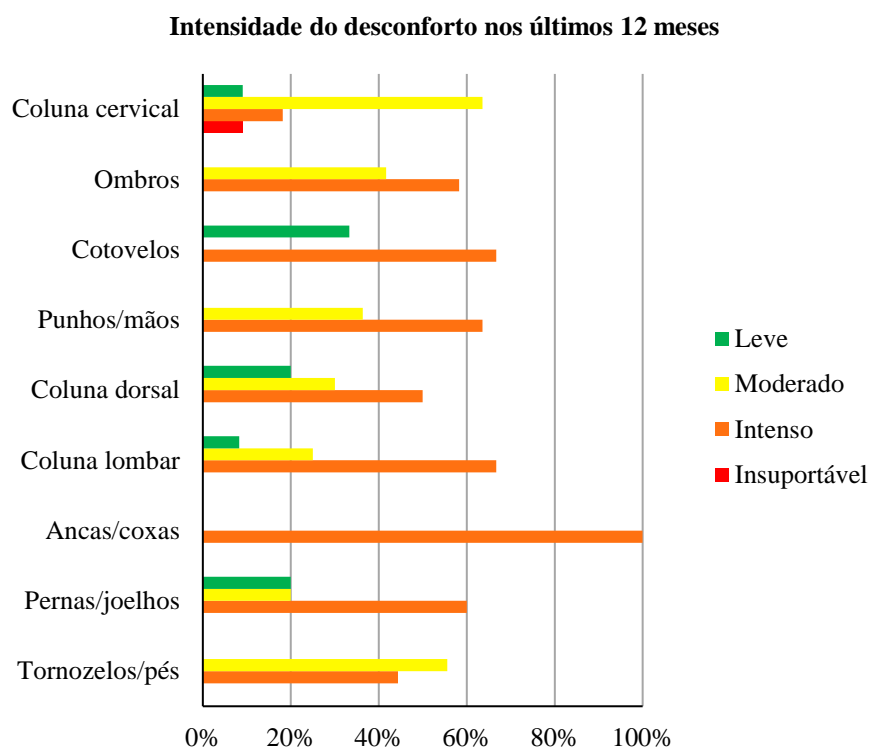


Figura 18 – Intensidade do incómodo, fadiga ou dor sentidos durante os últimos 12 meses nos diferentes segmentos corporais

#### 4.6. Comparação entre as referências sintomatológicas dos trabalhadores e a MARZC

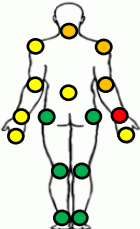
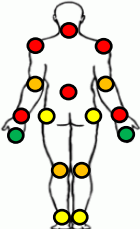
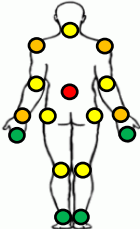
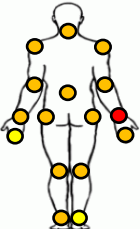
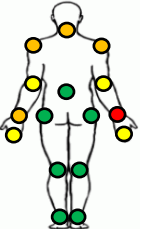
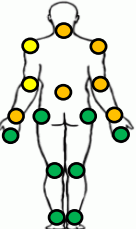
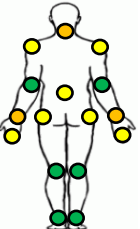
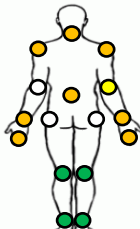
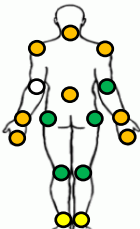
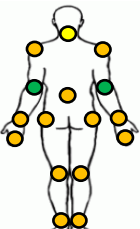
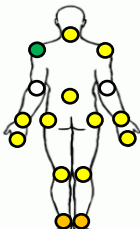
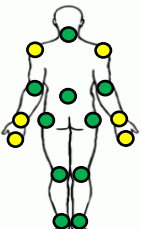
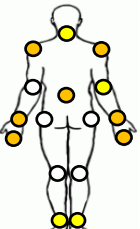
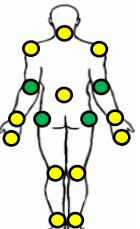
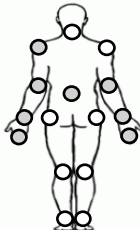
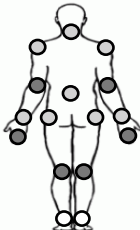
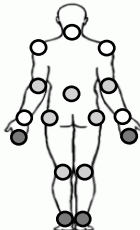
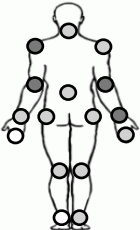
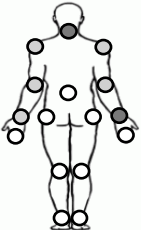
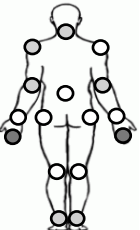
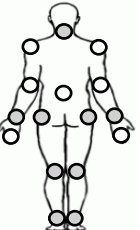
Para proceder à comparação entre a sintomatologia autorreferida pela população em estudo e os resultados obtidos com a MARZC, foi elaborada a Tabela 59, onde se apresentam: (1) os *body chart* resultantes da aplicação dos dois métodos (2ª e 3ª linhas da tabela); (2) os *body chart* representativos das diferenças encontradas (4ª linha da tabela); e (3) a percentagem de semelhança verificada (última linha da tabela). As diferenças são demonstradas através de diagramas corporais e um sistema de cores que funciona da seguinte forma: um segmento corporal com a cor branca indica a ausência de diferença; um segmento colorido com a cor cinzento claro revela a diferença de um nível; e, por último, um segmento cinzento escuro denota a diferença de dois níveis. Por sua vez, o grau de semelhança entre os resultados obtidos com o NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987) e a MARZC (Carrelhas, 2010) é dado, para cada posto, pela percentagem de zonas anatómicas semelhantes, considerando-se semelhante o que difere até um nível.

Repare-se que os diagramas corporais dos dois métodos não são exatamente iguais. O questionário não separa os segmentos corporais punho/mão e dedos, ao invés da metodologia de avaliação de risco por zona anatómica. Desta maneira, considerou-se a mesma sintomatologia para as duas zonas nos *body charts* resultantes do NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987). Por outro lado, a MARZC (Carrelhas, 2010) analisa o tronco como um todo, ao contrário do questionário, que questiona os inquiridos acerca das suas queixas ao nível da coluna dorsal e lombar. Com o intuito de obter uma só pontuação para a intensidade dos sintomas passível de ser confrontada com o nível de risco para o tronco obtido com a MARZC (Carrelhas, 2010), optou-se por calcular o valor médio entre o desconforto referido pelos operadores para a dorsal e para a lombar.

O PT1, um dos postos de trabalho onde a percentagem de semelhança é maior, apresenta 8 zonas anatómicas com ausência de diferença entre os níveis de desconforto e de risco, observando-se a diferença de apenas um nível para as restantes. Relativamente ao cotovelo esquerdo, os operadores

não revelam sintomas de desconforto, enquanto a MARZC (Carrelhas, 2010) expõe um risco médio de LMERT.

Tabela 59 – Comparação entre os resultados obtidos com a aplicação do NMQ e da MARZC

PT Método	PT1	PT2	PT4&5	PT6	PT9	PT11	PT13
MARZC							
NMQ							
Diferenças							
% de semelhança	100	63	75	75	88	88	100
Legenda: ○ sem diferença ○ diferença de um nível de risco ● diferença de dois níveis de risco ● diferença de três níveis de risco							

No que diz respeito ao PT6, observam-se 4 segmentos corporais com 2 níveis de diferença (ombro esquerdo, cotovelos esquerdo e direito e punho/mão direito), o que resulta num grau de semelhança de 63%, o menor valor verificado neste estudo.

Concluindo, os resultados mostram uma percentagem de semelhança acima dos 60% para todos os postos de trabalho, chegando mesmo aos 100% em dois destes. No geral, a metodologia de avaliação de risco apresenta mais zonas corporais em risco de lesão e níveis de risco mais elevados do que o grau de desconforto indicado pelos operadores. Verifica-se, assim, um grau de semelhança elevado entre os níveis de intensidade de desconforto referidos pelos trabalhadores, através do NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987), e os níveis de risco de LMERT obtidos através da MARZC (Carrelhas, 2010), para a maioria dos segmentos corporais. Outros estudos portugueses (Carrelhas, 2010; Pereira & Arezes, 2013) verificaram a existência de uma grande semelhança entre as referências sintomatológicas dos trabalhadores e os resultados apresentados pela avaliação de risco por zona corporal.

Apesar da grande semelhança entre os resultados obtidos com os dois métodos, encontraram-se também diferenças significativas. Por exemplo, no PT6, o *body chart* resultante da aplicação do questionário não evidencia nenhum desconforto, opondo-se à avaliação da MARZC (Carrelhas, 2010), que, para o mesmo segmento, expõe um nível de alto risco de lesão. As diferenças encontradas podem explicar-se da seguinte maneira: como já referido anteriormente, na secção de embalagem, usualmente, um operador trabalha em mais do que um posto ao longo do seu turno de trabalho, o que faz com que a sintomatologia autorreferida tenha origem no desempenho de diferentes atividades de trabalho. Desta forma, ao elaborar um diagrama corporal que ilustre o desconforto dos operadores que trabalham mais frequentemente naquele posto, é possível que se estejam a incluir sintomas derivados de outros postos de trabalho.

Em jeito de conclusão, pode reter-se que, se as amostras dos postos de trabalho e dos operadores estudadas fossem maiores, conseguir-se-ia efetuar uma análise mais detalhada das diferenças observadas entre os resultados.

#### **4.7. Análise de processos da secção**

Neste estudo foram detetados desperdícios em alguns dos processos da secção de embalagem, tendo-se escolhido três das mais importantes operações com o intuito de efetuar uma análise detalhada. As operações selecionadas são as seguintes: (1) operação de transporte de material; (2) operação de abastecimento de papel PADPAK; e (3) operação de cintagem de contentores. Estas estão também associadas a condições ergonómicas desfavoráveis.

##### **4.7.1. Operação de transporte de material**

Várias quantidades de material são transportadas dentro da secção pelos operadores ao longo de um turno de trabalho. Aqui, o foco será o transporte do material que se encontra em paletes, através do porta-paletes manual.

Relativamente ao PT2, no início do ciclo de trabalho, o operador traz os componentes para embalar que se encontram na zona X, armazenados em caixas, para o posto (Figura 19). Depois de fechar e cintar o contentor, este leva-o até à zona de expedição – zona Y –, assim como as caixas vazias. O local de arrumação do porta-paletes corresponde à zona Z.

Consegue-se perceber, à partida, o grande número de movimentações que o operador tem de realizar no transporte do material. Para uma visualização mais clara desta operação, utilizou-se a ferramenta diagrama de *spaghetti* (Feld, 2000). O transporte dos componentes para o posto de trabalho ilustra-se na Figura 20. Este começa com a deslocação do operador até ao local de arrumação do porta-paletes com o objetivo de o levar até ao *rack* onde se encontra a paleta com o material. De seguida, com o auxílio do equipamento de transporte, a paleta é levada para o posto. Antes de começar a embalar os componentes, o operador necessita de colocar o porta-paletes no seu local. As operações de transporte do contentor de produto acabado para a zona de expedição e transporte das caixas vazias para a zona de expedição, encontram-se ilustradas na Figura 21. Estas implicam as mesmas movimentações do operador, daí serem representadas pelo mesmo diagrama.

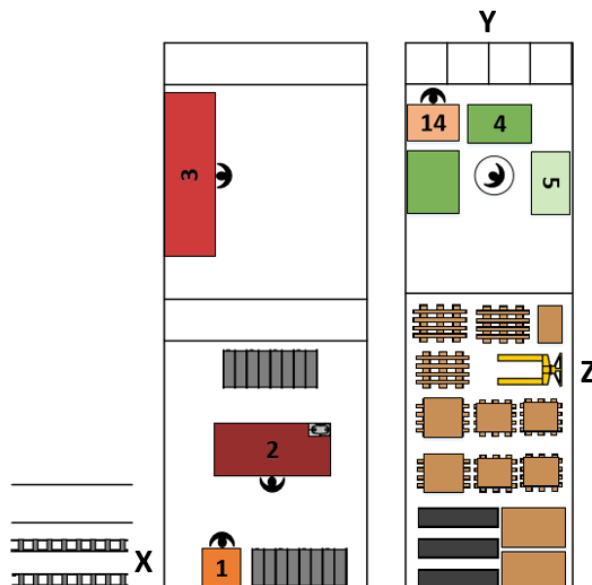


Figura 19 – Local de entrada de componentes, zona de expedição e local de arrumação do porta-paletes (Fonte: autora)

Efetuuou-se, ainda, um estudo de tempos das operações em análise (Tabela 60), recorrendo à metodologia existente na empresa, que tem por base a metodologia MTM - Logística. Com este estudo conclui-se que, no transporte de material do PT2, por dia, é despendido um tempo total de 5950 segundos, isto é, mais de uma hora e meia de trabalho, e são percorridos mais de três quilómetros, em média, pelos operadores (Tabela 61). Para se obter o número médio de paletes transportadas por dia pelos operadores do PT2, acompanhou-se a atividade de trabalho do posto durante um mês.



Figura 20 – Diagrama de *spaghetti* representativo da operação de transporte dos componentes para o PT2

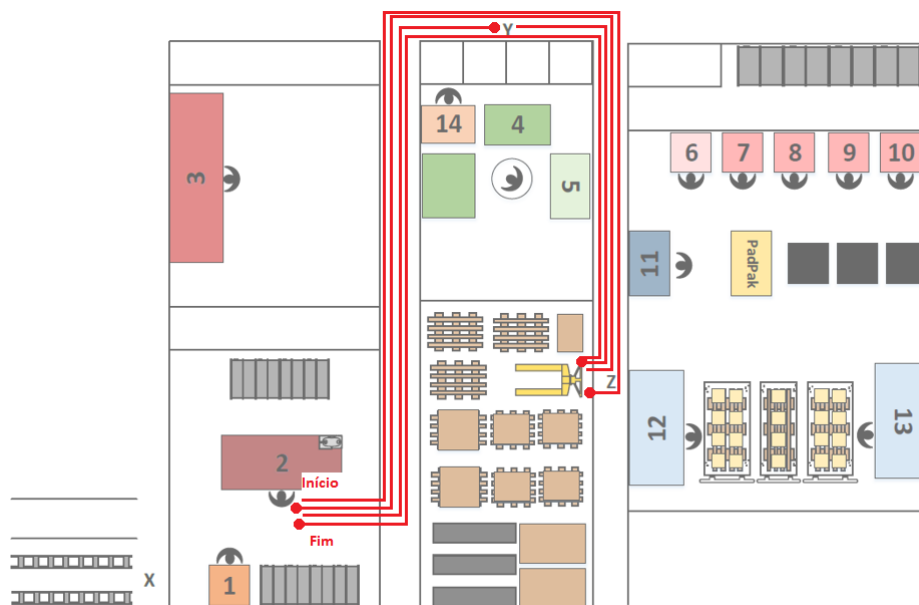


Figura 21 – Diagrama de *spaghetti* representativo das operações de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT2 para a zona de expedição

Tabela 60 – Estudo de tempos das operações de transporte de material de/para o PT2

Operação	Sequência de tarefas	Tempo (s)
Transporte dos componentes	Deslocar para porta-paletes	16
	Deslocar para <i>rack</i> com porta-paletes	25
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar paleta para posto	9
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar porta-paletes para o local de arrumação	20
	Deslocar até posto de trabalho	16
		126
Transporte do contentor de produto acabado / Transporte das caixas vazias	Deslocar para porta-paletes	16
	Deslocar para posto com porta-paletes	20
	Posicionar porta-paletes	20
	Transporte do contentor/das caixas para a zona de expedição	13
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar porta-paletes para o local de arrumação	11
	Deslocar até posto de trabalho	16
		116

Tabela 61 – Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material de/para o PT2

<b>Operação</b>	<b>Nº médio de paletes/dia</b>	<b>Tempo total despendido/dia (s)</b>	<b>Distância total percorrida/dia (m)</b>
Transporte dos componentes	15	1890	1110
Transporte do contentor de produto acabado	20	2320	1280
Transporte das caixas vazias	15	1740	960
	50	5950	3350

A mesma análise foi feita ao transporte dos materiais dos restantes postos da categoria Contentores, PT3 e PT4&5, sendo possível consultar os resultados nos Anexo G e Anexo H, respetivamente. De notar que, para o PT3, apenas se verificam as operações de transporte das caixas vazias e dos contentores de produto acabado para a zona de expedição, e que, no PT4&5, o transporte dos contentores de produto acabado é a única operação que reúne as condições em estudo. Os resultados da Tabela 62 indicam que, em média, são investidas perto de duas horas de trabalho e percorridos cerca de 3,8 km no transporte do material dos postos da categoria Contentores, ao longo de um dia completo de trabalho.

Tabela 62 – Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores

<b>Posto</b>	<b>Tempo total despendido/dia (s)</b>	<b>Distância total percorrida/dia (m)</b>
PT2	5950	3350
PT3	576	264
PT4&5	600	184
	7126	3798

No que diz respeito às condições ergonómicas do transporte de material, as análises efetuadas indicam que, se as cargas forem empurradas, ao invés de puxadas, as tarefas apresentam baixo risco de lesão (ver ponto 4.3.2.1.). Contudo, o risco do movimento de puxar algumas das cargas é significativo, carecendo de ações de melhoria. Igualmente associado ao risco desta operação, está o facto de os operadores embalarem os contentores estando estes apenas em cima de uma paleta, operando a uma altura que varia entre os 120 e os 140 mm. Como já verificado anteriormente no ponto 4.3.2.1., estas condições são, também, responsáveis por uma cota-parte do risco de lesão encontrado.

#### **4.7.2. Operação de abastecimento de papel PADPAK**

O papel PADPAK consiste em almofadas de papel cujo propósito é proteger, envolver ou mesmo impedir que as peças se movam dentro da embalagem. Nesta secção, este material de acondicionamento de embalagens é muito utilizado, sendo produzido por uma máquina específica que se encontra na secção.



A operação inicia-se com o deslocamento do operador até à máquina com um recipiente para armazenar o papel, que, por norma, é simplesmente uma caixa de cartão, pois apenas existe um carrinho de transporte para o efeito. De seguida, o operador programa a máquina para que esta produza o material pretendido. Depois da programação, o processo é automático, libertando a máquina as quantidades solicitadas pelo operador. No entanto, este necessita de esperar, em frente à máquina, até que a última almofada seja expelida, já que, na maioria das vezes, o papel cai no chão, ao invés de cair dentro do recipiente. O tamanho da almofada, a velocidade e a direção da expulsão são fatores que influenciam o local onde se dá a sua queda. O operador tem a tarefa de amparar a queda à saída da máquina. No final, este transporta o recipiente até ao seu posto de trabalho. Para a utilização do papel PADPAK, o operador inclina-se e retira-o do interior da caixa de cartão que se encontra pousada no chão. Ou seja, as últimas quantidades são alcançadas a uma altura muito baixa em relação ao solo.

Na Figura 22, apresenta-se a análise da operação, quando efetuada pelo operador do PT2, através do Diagrama de Fluxo de Processo (Niebel & Freivalds, 2002) que se foca no operador, detalhando a forma como este executa a sequência operacional. Os tempos foram determinados a partir do método MTM-UAS.

O abastecimento do papel demora três minutos, compreendendo atividades de operação, transporte e espera. O tempo despendido na espera pela máquina é significativo (perto de dois minutos e meio), destacando-se das restantes tarefas. De lembrar que esta ocorre devido ao facto de haver a necessidade de guiar algumas unidades de papel para dentro do recipiente, pois isto não é garantido pela máquina.

Dados existentes na empresa acerca da produtividade da secção, permitem estimar que a operação de abastecimento de papel PADPAK é realizada, em média, 65 vezes por dia, sendo que vários produtos embalados em diferentes postos de trabalho requerem este material. Desta maneira, conclui-se que, ao longo de um dia completo de trabalho, mais de duas horas e meia são despendidas na espera pela máquina.

Posto de trabalho: PT2						Síntese		
Operação: Abastecimento de papel PADPAK						Atividade	Presente	
Data: 04-02-2016						Operação	1	
Operador: -----		Analista: Sandra Fonte				Transporte	2	
Método: Presente						Espera	1	
Tipo: Operador						Inspeção	0	
Observações: A operação é realizada 2 vezes por cada ciclo de embalagem de um contentor. Contudo, nem todos os tipos de contentores necessitam de PADPAK.						Armazenamento	0	
						Tempo (min)	2.95	
						Distância (m)	36	
Descrição das tarefas		Símbolo				Tempo (s)	Distância (m)	
Deslocar para máquina com caixa de cartão		○	⇒	D	□	▽	16.2	18
Programar máquina		○	⇒	D	□	▽	3.3	
Esperar que a máquina produza e liberte todo o papel		○	⇒	D	□	▽	141.3	
Deslocar para posto de trabalho com caixa de cartão		○	⇒	D	□	▽	16.2	18

Figura 22 – Diagrama de fluxo de processo para a operação de abastecimento de papel PADPAK

#### 4.7.3. Operação de cintagem de contentores

O processo de embalagem de um contentor pode incluir a sua cintagem. Na secção em estudo, os únicos contentores cintados são os embalados no PT2. A operação inicia-se com a colocação de 4 cantoneiras de cartão no contentor, seguindo-se as 4 cintas de plástico, que são dispostas de forma cruzada à volta do mesmo (Figura 23), tendo como principal objetivo o reforço da embalagem para que esta se mantenha em boas condições e resista a todos os processos de transporte até ao cliente final. Deste modo, é utilizada uma pequena máquina de cintagem manual portátil que realiza o tensionamento, soldadura e corte da cinta, e cujo peso ronda os 4 kg. A passagem da cinta por baixo do contentor é realizada com o auxílio de um dispositivo de ferro, facilitando o trabalho do operador.



Figura 23 – Ilustração de um contentor cintado (Fonte: autora)

Na Figura 24 apresenta-se o diagrama de fluxo de processo da operação de cintagem com foco no operador, onde não se verificam atividades de espera, inspeção e armazenamento. Optou-se por utilizar os dados existentes na empresa que indicam que um operador demora mais de 3 minutos a cintar um contentor, sendo importante referir que o método utilizado para a obtenção deste valor foi o MTM-UAS. Por uma questão de confidencialidade de informação, os tempos detalhados para cada uma das tarefas não podem ser expostos.

Como já mencionado no ponto 4.3.2.1., esta operação obriga os operadores a adotarem posturas penosas. Estes necessitam de se baixar, fletindo significativamente o tronco, as ancas e os joelhos, para apanhar as cintas que são passadas por baixo do contentor. Na colocação da máquina de cintar em cima do contentor, verifica-se, ainda, a flexão do ombro associada à manipulação de uma carga de 4 kg, tendo esta tarefa sido identificada como detentora de um possível risco ergonómico na análise do contentor A (contentor com uma altura mais elevada). Além disso, a utilização da máquina gera vibrações que são sentidas pelos operadores desde a mão até ao braço.

Ocasionalmente, a cintagem é executada por dois operadores em simultâneo devido à sua exigência física e com o propósito de diminuir o tempo consumido pela operação. Ao nível da segurança, o dispositivo de ferro lançado por baixo do contentor pode ferir os operadores, principalmente quando a cintagem é feita por duas pessoas.

Sabe-se que, em média, são cintadas 20 paletes/dia (valor obtido através de um acompanhamento efetuado ao longo de um mês), o que se traduz num dispêndio de mais de 66 minutos na operação de cintagem ao longo de um dia de trabalho.

Relativamente ao material utilizado na embalagem de um contentor, nomeadamente durante a cintagem, isto é, as cantoneiras e as cintas, efetuou-se um estudo com o intuito de identificar o seu custo. Em cada contentor são colocadas 4 cantoneiras e, aproximadamente, 16 metros de cinta de plástico, perfazendo um custo total de 1,72€/contentor (Tabela 63).

Posto de trabalho: PT2			Síntese			
Operação: Cintagem de um contentor			Atividade		Presente	
Data: 20-02-2016			Operação		17	
Operador: -----		Analista: Sandra Fonte	Transporte		10	
Método: Presente			Espera		0	
Tipo: Operador			Inspeção		0	
Observações: O rolo de cinta encontra-se num desenrolador, tendo o operador que puxar a sua extremidade, constantemente, durante a operação. No fim, este enrola toda a fita excedente.			Armazenamento		0	
			Tempo (min)		3.33	
			Distância (m)		34	
Descrição das tarefas			Símbolo			Dist. (m)
Deslocar até cantoneiras			○	⇒	D □ ▽	8
Pegar e transportar cantoneiras para contentor			○	⇒	D □ ▽	8
Posicionar cantoneiras no contentor			○	⇒	D □ ▽	
Deslocar até material (máquina, cinta e dispositivo de ferro)			○	⇒	D □ ▽	2
Pegar e transportar material para contentor			○	⇒	D □ ▽	2
Posicionar cinta no dispositivo de ferro			○	⇒	D □ ▽	
Lançar dispositivo para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	
Pegar e transportar cinta para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	2
Posicionar cinta na máquina			○	⇒	D □ ▽	
Ajustar tensão e aciona máquina			○	⇒	D □ ▽	
Pegar e transportar dispositivo para o lado oposto			○	⇒	D □ ▽	2
Posicionar cinta no dispositivo de ferro			○	⇒	D □ ▽	
Pegar e transportar cinta para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	2
Posicionar cinta na máquina			○	⇒	D □ ▽	
Ajustar tensão e aciona máquina			○	⇒	D □ ▽	
Posicionar cinta no dispositivo de ferro			○	⇒	D □ ▽	
Lançar dispositivo para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	
Pegar e transportar cinta para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	3
Posicionar cinta de plástico na máquina			○	⇒	D □ ▽	
Ajustar tensão e aciona máquina			○	⇒	D □ ▽	
Posicionar cinta no dispositivo de ferro			○	⇒	D □ ▽	
Lançar dispositivo para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	
Pegar e transportar cinta para o lado oposto do contentor			○	⇒	D □ ▽	3

Descrição das tarefas	Símbolo					Dist. (m)
Posicionar cinta de plástico na máquina	○	⇒	D	□	▽	
Ajustar tensão e aciona máquina	○	⇒	D	□	▽	
Pegar e transportar material para local de arrumação	○	⇒	D	□	▽	2
Posicionar corretamente todo o material	○	⇒	D	□	▽	

Figura 24 – Diagrama de fluxo de processo para a operação de cintagem de contentores

Tabela 63 – Custo do material (cantoneiras e cintas) por contentor

	Custo unitário	Quantidade requerida	Custo total
Cantoneiras	0,23€/unidade	4 unidades	0,92€
Cintas	0,05€/metro	16 metros	0,80€
			1,72€

#### 4.8. Proposta e análise de melhorias

Depois de um estudo aprofundado de todos os resultados obtidos com as diferentes metodologias de análise, segue-se a etapa de melhoria das condições ergonómicas e dos processos da secção de embalagem. O levantamento dos problemas/oportunidades de melhoria e respetivas ações corretivas/de melhoria encontram-se listados na Tabela 64. Algumas das propostas são aqui apresentadas e analisadas em detalhe, contudo, não é possível fazê-lo para todas, visto que isso implicaria uma grande extensão deste trabalho.

Tabela 64 – Lista de desvios encontrados e respetivas ações corretivas propostas

Nr.	Posto de trabalho	Desvio/Problema	Causa	Ação corretiva	Observações
1	PT2, PT3, PT4, PT12 e PT13	A intensidade luminosa verificada nos postos de trabalho não é adequada às tarefas realizadas nos mesmos.	Não existe iluminação localizada nos postos de trabalho e a iluminação geral não é suficiente.	Colocação de iluminação localizada de acordo com os valores recomendados para a iluminância.	Os valores recomendados para a iluminância são de 300 lux para o PT4 e de 200 lux para os restantes postos.
2	PT2, PT3, PT11 PT12 e PT13	As operadoras têm que esperar em frente à máquina do PADPAK até ao final da operação da libertação de papel, despendendo muito tempo numa atividade sem valor acrescentado.	Quando a máquina liberta o papel, este cai para o chão, frequentemente, em vez de cair dentro do recipiente colocado pela operadora em frente à máquina.	Colocação de uma estrutura nos limites da máquina que impeça que o papel caia no chão, não tendo a operadora que estar em frente à máquina durante toda a operação.	
3	PT2	Exigência de esforço significativo e da	A cintagem é uma operação manual realizada com uma máquina de	Implementação de uma máquina semiautomática	Foram estudadas soluções de máquinas

		adoção de posturas incorretas na operação de cintagem; perigo de lesão com o dispositivo de ferro; transmissão de vibrações ao sistema mão-braço pela máquina de cintar manual; possível risco de LMERT derivado da manipulação da máquina de cintar manual.	cintar portátil e com um dispositivo de ferro.	de cintagem de paletes.	automáticas, contudo, o facto de não possuírem ajuste em altura nem portabilidade e, ainda, implicarem grandes mudanças no posto de trabalho levou à sua rejeição.
4	PT2	Dispêndio de tempo e material desnecessários na operação de cintagem.	Processo não otimizado.	Implementação de uma máquina semiautomática de cintagem de paletes e eliminação de duas cintas e duas cantoneiras da embalagem.	A questão da redução do número de cintas e cantoneiras foi discutida com os clientes e testada, através de amostras, confirmando-se a exequibilidade da proposta.
5	PT2, PT3, PT4&5	Posturas penosas adotadas na colocação de material dentro dos contentores identificadas com risco de lesão pelos métodos de avaliação de risco.	Os contentores são embalados em cima de uma paleta, situando-se o nível inferior de altura entre os 120 mm e os 140 mm de altura. Além disso, têm grandes dimensões e, não havendo possibilidade de os inclinar para a frente, a distância horizontal implícita à colocação do material dentro do contentor é elevada.	Implementação de carros de transporte para que os contentores sejam abastecidos em cima dos mesmos, ficando a uma altura superior e mais favorável para os operadores (redução da distância vertical); implementação de plataformas elevatórias basculantes nos postos de trabalho que permitam o ajuste da altura e da inclinação dos contentores consoante as necessidades	A proposta de implementação dos carros requer menos investimento financeiro e é menos complexa, pois a empresa dispõe dos recursos necessários, contudo, apenas resulta numa melhoria ao nível da distância vertical.

				das tarefas (redução da distância vertical e horizontal).	
6	PT3, PT12 e PT13	Os operadores realizam uma significativa extensão de braços para alcançar o material que se encontra no bordo de linha.	Bordo de linha a uma distância superior a 500 mm do operador.	Colocação do bordo de linha mais próximo do operador (entre 300 mm e 350 mm).	Os valores de distância propostos para o alcance à frente por parte dos operadores estão em concordância com as normas de Ergonomia da empresa.
7	PT3	Dificuldade de acesso aos documentos impressos pela impressora localizada no posto de trabalho.	Existência de uma bancada em cima da impressora.	Baixar a base onde se encontra a impressora, aumentando o espaço para o operador colocar a mão e aceder aos documentos impressos.	A ação de baixar a impressora não compromete a altura de acesso aos documentos, continuando esta acima dos 700 mm (valor presente nas normas da empresa).
8	PT2, PT3, PT11, PT12 e PT13	As operadoras têm que se baixar constantemente para alcançar o papel PADPAK que se encontra numa caixa de cartão (dispositivo utilizado pelas mesmas para transportar e armazenar o papel que vão buscar à máquina).	Não existem dispositivos de transporte e armazenamento do papel suficientes para todos os postos de trabalho (a secção só possui 1).	Implementação de 3 carrinhos para transporte e armazenamento do papel, sendo que as suas dimensões devem respeitar as questões ergonómicas.	
9	PT11, PT12 e PT13	Constante inclinação acentuada do tronco por parte das operadoras para colocarem as caixas de produto acabado nos carros de transporte.	Os carros têm uma altura fixa e não confortável para as operadoras, estando o primeiro nível de trabalho a 440 mm, e são utilizados ciclo a ciclo.	Implementação de plataformas elevatórias com possibilidade de ajuste da altura de acordo com os diferentes níveis de trabalho.	
10	PT2	Postura incorreta adotada pelos operadores na montagem das divisórias de cartão (debruçam-se sobre a mesa durante a tarefa).	O método de trabalho não foi estudado tendo em conta as questões ergonómicas.	Estudo e desenho de um método de trabalho ergonómico e criação de uma instrução visual com a solução	

				encontrada a ser colocada no quadro de informação do posto.	
11	PT2 e PT3	As análises ergonómicas indicam a presença de risco de lesões devido à manipulação manual de cargas, nomeadamente a colocação de caixas pesadas no contentor.	Os pesos das cargas vão até aos 12kg, verificando-se valores para as distâncias horizontal e vertical elevados.	Implementação de plataformas elevatórias basculantes, resultando numa diminuição das distâncias; implementação de um sistema de vácuo para a manipulação das cargas mais pesadas.	
12	PT2, PT3 e PT4&5	Movimentações desnecessárias dos operadores na operação de transporte de material.	É utilizado um porta-paletes, sendo este partilhado por todos os operadores da secção.	Implementação de carros para o transporte do material. As paletes deverão ser abastecidas pela à secção pela logística interna, em cima dos carros.	
13	PT4&5	As análises ergonómicas identificam um potencial risco ergonómico na operação de troca de moldes.	Os moldes são pesados devido ao seu material (madeira) e às suas dimensões e não têm boas condições de pega. Estes encontram-se num armário com difícil acesso e muito próximos do nível do chão, tendo que ser colocados dentro de uma máquina, ficando a altura de pega a 1250 mm.	Colocação de uma estante para a arrumação dos moldes no posto de trabalho. A estante não pode ter nenhuma barreira que dificulte o acesso aos moldes, de modo a possibilitar que o operador os mantenha junto ao corpo, diminuindo a distância horizontal. Deverá também permitir que as alturas de pega dos moldes fiquem próximas dos 1250 mm, reduzindo-se, assim, a distância vertical entre a	

				origem e o destino da elevação.	
14	PT2, PT3, PT4&5, PT12 e PT13	Nem sempre os operadores trabalham dentro do intervalo para a altura ótima (1000 mm-1250 mm).	São embaladas peças de diferentes dimensões, o que faz com que a altura fixa da bancada não permita que os operadores trabalhem à altura ótima de trabalho, nomeadamente quando estão perante embalagens de maiores dimensões.	Implementação de bancadas de trabalho ajustáveis em altura.	
15	PT6	As análises ergonómicas revelam a adoção de posturas incorretas e potenciadoras do risco de LMERT.	O trabalho é essencialmente estático. A máquina do posto de trabalho é acionada através de um pedal, enquanto o operador a abastece a um ritmo elevado. No abastecimento, verificam-se os movimentos de flexão e supinação para o punho direito, pois o método de trabalho indica que o operador tem de pegar em duas peças com esta mão.	Troca do pedal por um comando bimanual; permitir que o posto de trabalho seja um posto em pé/sentado, através da colocação da bancada mais próximo do operador, de uma cadeira que obedeça a todos os requisitos ergonómicos e de um apoio para os pés; alteração do método de trabalho, definindo-se que o operador só pega numa peça de cada vez, com a mesma mão, para abastecer a máquina (uma instrução visual deve ser colocada no posto).	
16	PT1	As análises ergonómicas indicam que os movimentos efetuados na limpeza da rebarba das peças estão associados a risco de LMERT.	Movimentos repetitivos de flexão e supinação efetuados na operação de limpeza das peças com um pincel.	Eliminação desta operação, pois, segundo o que foi apurado junto do Departamento de Qualidade, esta é desnecessária.	



17		Não existe um plano de rotação de postos de trabalho na secção.		Elaboração de um plano de RPT estruturado de acordo com os resultados obtidos com a aplicação da MARZC.	Apesar de alguns operadores trabalharem em diferentes postos, a rotatividade é exigida pelas necessidades de produção, não sendo, assim, algo organizado.
18		O plano de ginástica laboral implementado não foi estruturado de acordo com as exigências dos postos de trabalho da secção de embalagem.		Implementação de um plano de ginástica laboral personalizado, tendo em conta os resultados obtidos com a aplicação da MARZC e do NMQ.	
19	Todos	O ambiente térmico da secção expõe os operadores a uma situação de <i>stress</i> térmico por frio.		Instalação de um sistema de climatização apropriado.	

#### 4.8.1. Avaliação do impacto das melhorias propostas com a MARZC

Foi avaliado o impacto das melhorias propostas em três postos de trabalho (PT1, PT2 e PT6), através da aplicação da MARZC (Carrelhas, 2010; Tabela 65). Algumas das sugestões podem implicar uma alteração no tempo das tarefas, porém, não se verificou possível a realização de um correto estudo de tempos para apurar esta variação.

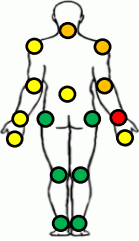
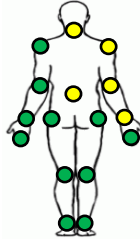
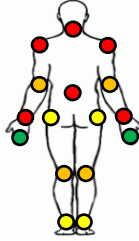
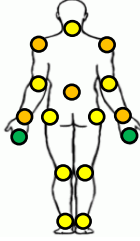
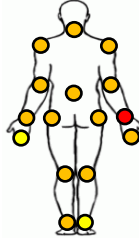
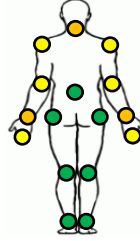
Relativamente ao PT1, a alteração do método de trabalho com a eliminação da tarefa de limpeza da peça com um pincel resultou numa diminuição do risco de LMERT de 9 segmentos corporais (56,3%), nomeadamente os membros superiores e a região cervical. O segmento mais crítico, punho/mão direito, reduz o seu nível de risco de muito alto para médio. De salientar que a tarefa exigia ao operador movimentos de flexão e supinação do punho direito.

De acordo com a MARZC (Carrelhas, 2010), o PT2 é o posto de trabalho mais preocupante, apresentando 6 segmentos corporais com risco muito alto de LMERT. Muitas ações foram sugeridas para a melhoria das condições ergonómicas deste posto, no entanto, não foi possível simular todas, sendo a simulação um passo fundamental para a aplicação da metodologia. Deste modo, seleccionaram-se as seguintes três ações: (1) implementação de carros de transporte para que os contentores sejam abastecidos à secção em cima dos mesmos; (2) implementação de um sistema de vácuo para a manipulação de cargas; e (3) estudo e desenho de um método de trabalho ergonómico para a tarefa de montagem das divisórias de cartão. No que diz respeito à primeira melhoria proposta, a sua grande mais-valia prende-se com o facto de o operador não ter de fletir tanto o tronco quando abastece os contentores, já que a altura a que tem que colocar os componentes eleva-se consideravelmente. Na empresa, os carros de transporte utilizados têm uma altura de 360 mm, que não pode ser alterada devido a questões técnicas relacionadas com o processo de transporte de material pela logística interna. Assim, apesar de o primeiro nível de altura do contentor rondar os 360 mm, para os restantes níveis, o operador executa flexões do tronco muito subtis e nunca trabalha acima da altura dos ombros.

O manipulador de cargas a vácuo é bastante útil na medida em que permite reduzir substancialmente o esforço exigido ao operador na realização destas tarefas. No estudo realizado, verificou-se que a utilização destes dispositivos torna a operação mais lenta, no entanto, o atraso ronda entre 1 a 2

segundos, não se considerando relevante tendo em conta todas as suas vantagens. Esta conclusão não deriva de um detalhado estudo de tempos, por isso, considera-se apenas uma linha de orientação. A melhoria das posturas assumidas pelos trabalhadores nas tarefas de manipulação manual de cargas, e consequente redução do risco de LMERT, através da implementação de medidas técnicas, como a utilização de plataformas elevatórias ou de sistemas que auxiliam na manipulação de cargas, foi também constatada por outros autores (Bongers *et al.*, 2001; Hembecker *et al.*, 2015; Ulin & Keyserling, 2004), tendo Marras, Allread, Burr, & Fathallah, (2000) chegado a verificar uma diminuição da incidência de sintomatologia músculo-esquelética na região lombar.

Tabela 65 – Impacto das melhorias propostas para os PT1, PT2 e PT6 avaliado com a MARZC

<b>PT</b> \ <b>Situação</b>	Atual	Proposta	% Melhoria
PT1			56,3
PT2			62,5
PT6			81,3

Como já referido anteriormente, na embalagem de alguns contentores, são formados compartimentos para a colocação dos componentes a partir de tiras de cartão que são montadas umas nas outras (Figura 25). Atualmente, os operadores colocam-se em frente à bancada de trabalho e vão construindo as divisórias. Dadas as suas dimensões, os operadores debruçam-se sobre a bancada, realizando movimentos de grandes amplitudes de flexão do tronco e dos ombros e, ainda, a extensão da zona cervical. O método de trabalho proposto é o seguinte: o operador deve colocar-se em frente à bancada e começar a montar as tiras de cartão verticais na primeira tira horizontal, deslocando-se lateralmente em direção aos diferentes pontos de montagem, evitando, assim, inclinações do tronco e movimentos de flexão e abdução extrema dos ombros; para a montagem da segunda tira horizontal, o operador necessita de se colocar numa das extremidades do conjunto até então formado, rodando cerca de 45° em torno do seu eixo, sendo o objetivo puxar o material em direção a si, ficando os novos pontos de montagem dentro da sua zona confortável de trabalho; a nova tira horizontal é montada e, se necessário, o operador pode deslocar-se até à outra extremidade, evitando inclinar-se sobre o conjunto; o processo repete-se para a terceira tira, contudo, para a montagem das duas

últimas, o operador deve rodar o conjunto 180° e, de seguida, repetir os passos já acima descritos. Um estudo de tempos deverá ser desenvolvido de maneira a determinar o impacto que o novo método de trabalho poderá ter na montagem das divisórias. No entanto, a simulação efetuada não mostrou uma expressiva variação do tempo médio despendido na realização da tarefa.

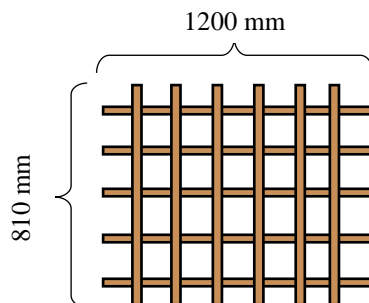


Figura 25 – Ilustração das divisórias de cartão (vista de cima) (Fonte: autora)

É visível o impacto das ações propostas para o PT2 em, aproximadamente, 63% dos segmentos corporais avaliados, observando-se o decréscimo do risco de LMERT em todos os que haviam sido identificados com nível de risco muito alto.

A respeito das melhorias propostas para o PT6, verificou-se a possibilidade de reduzir o nível de risco de 13 segmentos corporais com a implementação de todas as ações apontadas para este posto de trabalho, que é particularmente interessante, pois exige muito do operador, quer ao nível dos membros superiores quer ao nível dos membros inferiores. Além da atividade de trabalho ser essencialmente estática, o facto de o operador ter que acionar um pedal de 3 em 3 segundos faz com que o seu membro inferior que está desocupado (o que não aciona o pedal) suporte grande parte do seu peso corporal sozinho. Desta forma, a troca do pedal por um comando manual revela-se pertinente.

A proposta de tornar o PT6 num posto em pé/sentado surge da postura estática exigida aos operadores durante o seu turno de trabalho, uma postura altamente fatigante. Esta modificação não requer apenas a colocação de uma cadeira ergonómica no posto, sendo necessário transformar toda a configuração atual do mesmo para que este permita o trabalho sentado de forma segura, desde a colocação de um apoio para os pés até ao prolongamento da bancada para que esta fique mais próxima do operador e permita o apoio dos antebraços. O operador deverá alternar entre a postura de pé e a postura de sentado ao longo do seu turno de trabalho, visto que as duas solicitam o sistema músculo-esquelético de maneira distinta. Waters & Dick (2015) apresentam uma revisão bibliográfica acerca dos riscos associados aos postos de trabalho que exigem posturas de pé durante um longo período de tempo, entre os quais se destacam as dores na região lombar e nos membros inferiores, problemas cardiovasculares e a fadiga. Uma das intervenções apontadas pelos autores com o intuito de reduzir estes riscos prende-se precisamente com a adaptação de um posto de trabalho em pé para um posto que permita ao operador alternar entre a postura de pé e a postura de sentado.

Na tarefa de abastecimento da máquina, o operador pega em três peças, uma com a mão esquerda e duas com a mão direita. Num trabalho contínuo e de elevado ritmo, observou-se que o operador tende a efetuar o movimento de supinação após a pega da primeira peça pela mão direita, pois tem que preparar a mão para pegar na segunda peça, ao mesmo tempo que mantém a primeira na mão. O método de trabalho sugerido implica que o operador pegue numa peça de cada vez. Primeiramente, deve pegar, em simultâneo, numa peça com a mão esquerda e noutra com a direita, abastecendo a máquina com as duas peças; a terceira será individualmente colocada na máquina por qualquer uma das mãos. Deste modo, elimina-se o movimento de supinação do antebraço.

O conjunto de todas as alterações propostas relativamente ao PT6 e à sua atividade de trabalho refletem-se, naturalmente, no tempo de ciclo. Constatou-se um pequeno aumento de 2 segundos, aproximadamente, porém, não se podem tirar conclusões precisas sem antes se efetuar um estudo detalhado.

De todas as melhorias sugeridas e aqui descritas, a implementação do sistema de manipulação de cargas a vácuo é a que requer um maior investimento, sendo que a empresa contém os recursos necessários para colocar em prática as restantes ações sem efetuar um grande esforço financeiro. Para rentabilizar o investimento, poderia ser colocada uma estrutura aérea na secção de embalagem de maneira a permitir que o sistema de manipulação de cargas pudesse ser utilizado por todos os postos de trabalho da categoria Contentores. Assim, apenas um equipamento conseguiria auxiliar os operadores em três postos diferentes (a taxa de ocupação dos postos e o facto de nem todos os ciclos de trabalho do PT2 incluírem tarefas de MMC possibilita a tripla utilização). Em suma, é evidente o impacto positivo que as ações propostas têm no risco de LMERT dos vários segmentos corporais avaliados, todavia, continua a existir espaço para melhorias.

#### 4.8.2. Plano de rotação de postos de trabalho

Outra proposta para a melhoria das condições de trabalho da secção de embalagem consiste na implementação de um plano de rotatividade, em que o principal objetivo se prende com a alternância dos trabalhadores entre tarefas com diferentes solicitações biomecânicas e níveis de risco.

Para a criação dos esquemas de rotação foram tidos em conta os seguintes fatores: (1) o número de operadores em cada turno de trabalho; (2) o tempo entre pausas, que varia consoante o turno; (3) a matriz de policompetências dos operadores; (4) a análise de risco de LMERT de cada posto de trabalho efetuada com a MARZC (Carrelhas, 2010); e (5) as características das tarefas de cada posto. Neste seguimento, desenharam-se diferentes esquemas para os dois turnos de trabalho, um por cada trabalhador, tendo em conta o cenário de trabalho mais usual na secção em estudo, que consiste na presença de 6 trabalhadores no turno da manhã (turno 1) e 5 no turno da tarde (turno 2) (ver Tabela 66 e Tabela 67). O principal objetivo consistia na obtenção de um nível de risco diário inferior ao nível 4 (muito alto risco) para cada segmento corporal, isto é, a eliminação dos pontos vermelhos nos diagramas corporais. Para o cálculo do nível de risco diário (NRD) utilizou-se a seguinte fórmula:

$$NRD = \sum_{i=1}^n NR_i, \quad (2)$$

em que  $NR_i$  corresponde ao nível de risco de cada posto de trabalho, sendo calculado do seguinte modo:

$$NR_i = \frac{NR \text{ do } PT_i * n^{\circ} \text{ horas trabalho no } PT_i}{n^{\circ} \text{ horas total do turno de trabalho}} \quad (3)$$

Na literatura científica não existe um consenso acerca do número de diferentes tarefas/postos entre os quais um trabalhador deve rodar ao longo de um dia de trabalho, por isso, aproveitando os intervalos para a troca, neste plano definiu-se que os operadores devem passar por três postos de trabalho com atributos distintos. Por exemplo, segundo o esquema projetado para o operador 1, este deverá iniciar o dia de trabalho no PT2, rodar para o PT9 depois da primeira pausa e terminar no PT13, para o qual se moverá depois da segunda pausa. Assim, o operador 1 trabalhará duas horas e meia em cada um dos postos. Com esta medida, obtém-se um diagrama corporal livre de pontos vermelhos, ou seja, reduz-se o nível de risco muito alto de LMERT existente no PT2 e no PT9 para determinadas regiões corporais. É importante sublinhar as significativas diferenças entre os três postos. O PT2 é fortemente caracterizado pela MMC e o trabalho dinâmico; o PT9 consiste num posto de trabalho sentado, onde apenas se solicitam os membros superiores; no PT13 o trabalho é realizado de pé, havendo oportunidade para mudar a postura de trabalho aquando da colocação do produto acabado nos carros logísticos.

Para se obterem os diferentes esquemas de rotação utilizou-se o método de tentativa e erro. No entanto, estando perante um problema de otimização, poderiam ter-se aplicado métodos adequados. A principal razão pela qual não se optou por esse caminho prende-se com a escassez de tempo para a realização do trabalho.

Tabela 66 – Esquemas de rotação de postos de trabalho para o turno 1

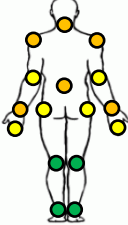
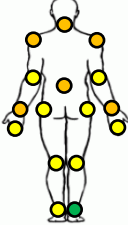
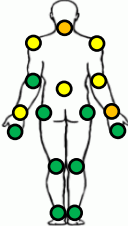
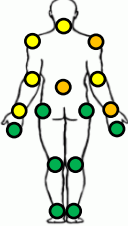
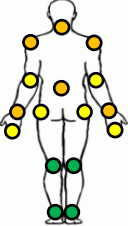
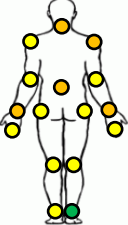
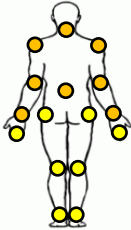
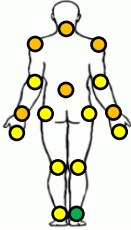
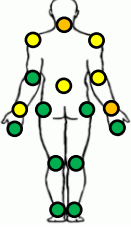
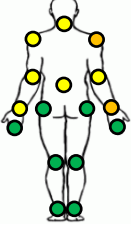
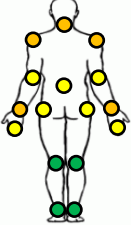
Operador	Esquema de rotação			Nível de risco médio diário por segmento corporal
	2,5h	2,5h	2,5h	
1	PT2	PT9	PT13	
2	PT6	PT4&5	PT12	
3	PT11	PT13	PT1	
4	PT4&5	PT1	PT9	
5	PT9	PT12	PT2	
6	PT12	PT6	PT11	

Tabela 67 – Esquemas de rotação de postos de trabalho para o turno 2

Operador	Esquema de rotação			Nível de risco médio diário por segmento corporal
	3h	2,2h	2,3h	
1	PT2	PT11	PT6	
2	PT6	PT4&5	PT12	
3	PT11	PT13	PT1	
4	PT4&5	PT1	PT9	
5	PT9	PT12	PT2	

#### 4.8.3. Avaliação do impacto das melhorias propostas nos processos da secção

##### 4.8.3.1. Operação de transporte de material

O estudo desenvolvido permitiu evidenciar o grande desperdício existente no transporte de material dentro da secção, nomeadamente no que diz respeito às movimentações do operador. A implementação de carros de transporte, além de trazer benefícios ergonómicos como se pôde constatar acima, permite igualmente otimizar esta operação. A logística interna passará a abastecer as paletes em cima do meio de transporte, simplificando bastante o processo, visto que o operador

apenas necessita de movimentar os carros para os locais pretendidos. O notório impacto desta melhoria nas operações de transporte de material levadas a cabo pelo operador do PT2 apresenta-se na Figura 26, Figura 27 e na Tabela 68, encontrando-se nesta última o estudo de tempos. Como se pode verificar, as deslocações do operador diminuem consideravelmente, o que evidencia o enorme desperdício presente nas operações atuais.

Depois de todas as análises efetuadas (ver no Anexo I as restantes análises), chega-se à conclusão de que a proposta permite rentabilizar mais de uma hora e meia por dia na secção (o que corresponde a uma redução de, aproximadamente, 81% do tempo despendido no processo atual), que era desperdiçada - e que pode ser empregue em atividades de valor acrescentado -, principalmente, em movimentações desnecessárias dos operadores, que passam a percorrer menos 2.9 km/dia (Tabela 69).

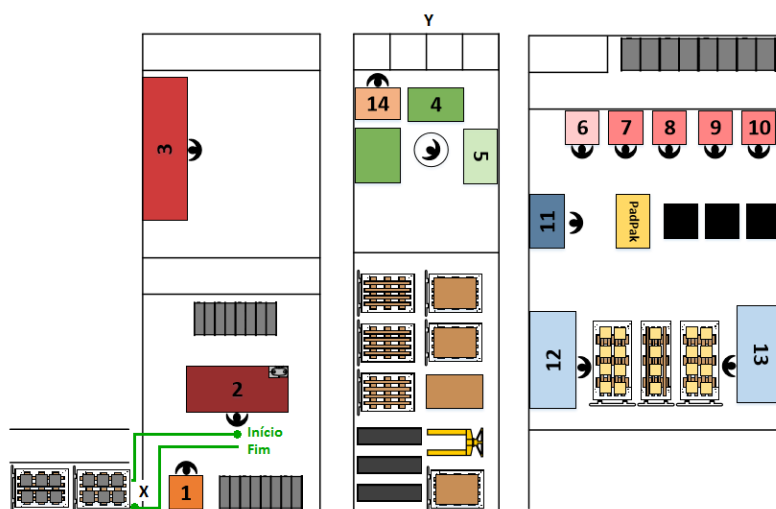


Figura 26 – Diagrama de *spaghetti* representativo da operação de transporte dos componentes para o PT2 com recurso a carros de transporte

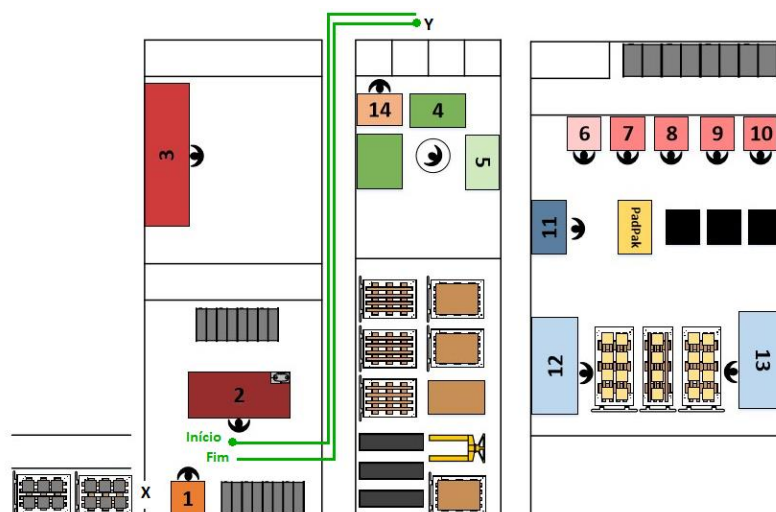


Figura 27 – Diagrama de *spaghetti* representativo das operações de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT2 para a zona de expedição com recurso a carros de transporte

Tabela 68 – Estudo de tempos das operações de transporte de material de/para o PT2 com recurso a carros de transporte

Operação	Sequência de tarefas	Tempo
Transporte dos componentes	Deslocar para zona de abastecimento de material	5
	Transportar material para posto de trabalho	8
	Posicionar carro	4
		17
Transporte do contentor de produto acabado / Transporte das caixas vazias	Transportar contentor/caixas para a zona de expedição	12
	Posicionar carro	4
	Deslocar para posto de trabalho	9
		25

Tabela 69 – Impacto das melhorias propostas na operação de transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores

Posto de trabalho	Situação atual		Situação proposta	
	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
PT2	5950	3350	1130	780
PT3	576	264	90	48
PT4&5	600	184	136	80
	7126	3798	1356	908

#### 4.8.3.2. Operação de abastecimento de papel PADPAK

A operação de abastecimento de papel PADPAK é marcada por um grande desperdício de tempo derivado do período de espera por parte do operador em frente à máquina. Com o objetivo de eliminar o tempo de espera, propõe-se a colocação de uma estrutura de plástico nos limites da máquina que impeça que o papel caia no chão e o guie para o dispositivo de armazenamento, de maneira a que os operadores não necessitem de estar em frente à máquina durante a libertação do papel. No cenário sugerido, o operador desloca-se até à máquina com o dispositivo e programa-a, podendo, de seguida, voltar para o seu posto de trabalho. No caso dos PT2 e PT3, como a distância entre os postos e a máquina é maior, o operador pode aproveitar para se abastecer com o restante material. Desta forma, consegue-se diminuir o tempo de ocupação do operador nesta operação em cerca de 80%.

Outra ação foi sugerida no âmbito da melhoria desta operação, tendo em conta as fracas condições ergonómicas observadas. A proposta prende-se com a implementação de carrinhos de transporte e armazenamento do papel, tendo estes sido idealizados e desenhados de acordo com os requisitos ergonómicos da empresa (Figura 28). Requisitos como (1) os intervalos de referência para o alcance de material, (2) a forma, dimensão e altura da pega, e (3) o tipo de rodas dos meios de transporte de material, foram tidos em conta. Em relação à pega, esta deve ser cilíndrica, ter um diâmetro de 30 mm e encontrar-se entre os 900 e os 1200 mm em relação ao solo. Para facilitar o manuseamento do carrinho com carga, este deve possuir 2 rodas giratórias, nomeadamente as rodas da frente.



Technical drawing of a transport cart (Carro para transporte de PADPAK) showing front, side, and isometric views with dimensions.

**Dimensions:**

- Front View: Total width 600, inner width 400, total height 700, inner height 550, and a top section height of 120.
- Side View: Total height 1050.
- Isometric View: Shows the cart with four casters and a handle.

**Table:**

DRAWN			
Sandra Forte			
CHECKED		TITLE	
QA		Carro para transporte de PADPAK	
FIG			
APPROVED			
	SIZE	DWG NO	REV
	A3		
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

#### 4.8.3.3. Operação de cintagem de contentores

Com o intuito de tornar a cintagem de contentores numa operação mais segura, ergonómica e com um menor dispêndio de tempo, sugere-se, ainda, a implementação de uma máquina de cintar semiautomática portátil. A máquina proposta tem uma lança cuja função é colocar a cinta à volta do contentor, enquanto o operador se mantém em frente ao mesmo com o tronco direito. De seguida, o operador pega na cinta e no dispositivo responsável pela sua tensão, soldadura e corte, e posiciona-o sobre a mesma. Este dispositivo é uma pequena máquina de cintar como a que já existe na empresa atualmente, contudo, esta encontra-se fixa num braço extensível da máquina, ou seja, o operador não a manipula durante o processo nem sente as suas vibrações. No início e no fim da operação, o operador necessita apenas de ligar e desligar a máquina, respetivamente, bastando o acionar de um botão. Como os diferentes tipos de contentores da secção têm dimensões muito semelhantes, basta programar a máquina uma única vez, pois as parametrizações definidas servirão para todas as cintagens. A portabilidade da máquina permite que o operador a movimente consoante as suas necessidades, ao invés de movimentar os contentores que têm um peso muito superior.

98

As ações de melhoria acima enunciadas permitem reduzir o tempo da operação de cintagem de 3.3 minutos para 1.3 minutos (uma redução de, aproximadamente, 61%), sendo este último resultante de um estudo de tempos desenvolvido com recurso ao método MTM-UAS. Considerando o valor obtido, verifica-se um ganho de mais de 40 minutos por dia na cintagem de contentores. O diagrama de fluxo de processo representativo da operação otimizada encontra-se no Anexo J.

Por sua vez, a eliminação do material desnecessário reduz o custo de embalagem de um contentor em 0,86€.

#### 4.9. Principais limitações do estudo

No decorrer desta investigação surgiram algumas dificuldades que, conseqüentemente, conduziram à existência de limitações que importa assinalar.

A primeira dificuldade a salientar prende-se com o desenvolvimento do trabalho de campo, mais especificamente, com a recolha de dados e o registo das atividades de trabalho através de fotografia e vídeo, já que este processo causava alguma entropia na secção. Todos os métodos observacionais de avaliação do risco de LMERT necessitam de uma grande quantidade de *inputs* que só são obtidos através de uma cuidadosa observação da atividade de trabalho, o que nem sempre foi possível sob pena de provocar desvios na produtividade dos trabalhadores.

Outro obstáculo relevante prende-se com o facto de a empresa não possuir todos os registos de tempos da secção de embalagem atualizados. Como já mencionado no ponto 4.3., na impossibilidade de se realizar um correto estudo de tempos, optou-se por utilizar valores médios obtidos através de vídeos, cronometragem e registos da empresa. Sendo assim, como estes valores não resultaram de um estudo estruturado com recurso a um único método de medição de tempos, torna-se pouco fidedigno o impacto do fator tempo nos métodos de análise de risco de LMERT e a posterior comparação dos resultados alcançados para os diferentes postos de trabalho.

A grande maioria dos postos avaliados embala uma grande variedade de produtos, o que se traduz na existência de uma grande quantidade de diferentes ciclos de trabalho a analisar. Na impossibilidade de o fazer, decidiu-se avaliar os ciclos dos produtos embalados em maior quantidade. Desta maneira, o nível de risco calculado para um posto de trabalho não representa o risco real de todas as tarefas realizadas no mesmo, mas sim das tarefas mais frequentes, o que revela outra limitação deste estudo. Ainda relativamente à avaliação ergonómica dos postos de trabalho, a aplicação de um método de avaliação do risco de LMERT muito recente e validado por poucos autores (Carrelhas, 2010; Pereira & Arezes, 2013) – MARZC (Carrelhas, 2010) – pode trazer algumas dúvidas em relação à fiabilidade dos seus resultados. No entanto, importa realçar que a MARZC (Carrelhas, 2010) tem por base outros métodos – OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013), SI (Moore & Garg, 1995), RULA (McAtamney & Corlett, 1993) e ERPM (Álvarez-Casado *et al.*, 2009) – amplamente aceites e validados nesta área de atuação.

Outra limitação deriva do facto de o questionário ter sido aplicado em forma de entrevista aos trabalhadores, podendo tê-los inibido e impedido, de alguma forma, de se expressarem livremente. Assim, as respostas obtidas podem não revelar de modo transparente a sua opinião. De notar que a forma de aplicação do questionário proveio de uma exigência da organização, que a considerou menos morosa e suscetível a dúvidas por parte dos inquiridos.

A última e, na opinião da autora, mais significativa dificuldade a registar está relacionada com a confidencialidade da informação da organização. Além de se omitir o nome da mesma, também não foi permitido mencionar de maneira clara outras informações importantes para a compreensão deste estudo por parte do leitor, tais como: o tipo de produtos embalados na secção, fotografias dos postos de trabalho e das posturas adotadas pelos operadores em determinadas tarefas, a *Checklist* de Ergonomia para Sistemas de Trabalho Manuais da empresa, entre outras. Esta situação tornou muito complexo o processo de escrita da dissertação.

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O impacto das LMERT não se cinge apenas aos trabalhadores, tratando-se esta patologia de um flagelo individual, organizacional e social com custos elevados. Neste sentido, a sua prevenção irá traduzir-se em benefícios para a saúde dos trabalhadores e, simultaneamente, económicos para as empresas.

Apesar de existirem inúmeros estudos acerca das LMERT, o conhecimento desta patologia no contexto da indústria de embalagem e da sua relação com os sistemas de produção *lean* ainda não é suficiente para que se consiga chegar a um consenso. Assim, de maneira a contribuir para o estudo deste tema, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de melhorar as condições ergonómicas e otimizar os processos de uma secção de embalagem da indústria metalomecânica, recorrendo a ferramentas de avaliação de risco ergonómico e de análise de processos.

Apesar das dificuldades enfrentadas e consequentes limitações referidas no ponto 4.9., os principais objetivos desta investigação foram alcançados. A atividade de trabalho de 13 dos 14 postos da secção (o 14º não apresentou uma taxa de utilização considerável) foi avaliada pormenorizadamente, tendo-se verificado a presença de risco na sua totalidade. O PT3 destacou-se pelo seu muito alto risco de LMERT, resultante das posturas incorretas mantidas durante as tarefas de MMC, seguindo-se os PT2 e PT6 cujo elevado risco obtido resultou dos movimentos repetitivos, da adoção de posturas penosas, e das forças executadas pelas trabalhadoras na manipulação de cargas. Relativamente à avaliação de risco por zona corporal, os membros superiores e a coluna foram as regiões identificadas com maior risco de LMERT na maioria dos postos de trabalho. Apenas os PT2 e PT6 apresentaram risco significativo ao nível dos membros inferiores, fruto, essencialmente, das posturas estáticas e incorretas. Desta forma, salienta-se a necessidade urgente de implementação de ações de melhoria nestes três postos de trabalho. Os fatores de risco físicos da atividade de trabalho mais relevantes encontrados nesta investigação – posturas estáticas e/ou incorretas, repetitividade de movimentos, e manipulação manual de cargas – vão de encontro ao observado por outros autores (Ghasemkhani *et al.*, 2008; Hemberger *et al.*, 2015) em atividades de embalagem.

Constatarem-se algumas divergências entre os resultados dos diferentes métodos de avaliação integrada do risco de LMERT aplicados, que se devem, provavelmente, ao facto de a MARZC (Carrelhas, 2010) penalizar intervalos de amplitude dos movimentos articulares menores e não considerar os períodos de recuperação ao longo do turno de trabalho, ao contrário dos métodos OCRA *checklist* (Colombini *et al.*, 2013) e EAWS (Schaub *et al.*, 2013). No entanto, considera-se que o número de postos de trabalho estudados não é suficiente para se conseguirem tirar conclusões precisas a respeito das diferenças encontradas.

Todas as operadoras da secção reportaram a presença de SME durante os últimos 12 meses, resultado bastante superior às taxas de prevalência obtidas noutros estudos semelhantes. Quanto à prevalência de sintomas mais recentes – últimos 7 dias –, destacam-se as zonas dos cotovelos, coluna dorsal e ancas/coxas com uma taxa de 100%. Para as restantes regiões corporais, os valores obtidos foram igualmente elevados (acima dos 72%). Perante este cenário, não se conseguem distinguir zonas realmente críticas, pois, desde os membros superiores até aos membros inferiores, todas criaram incómodo às operadoras nos últimos 12 meses e/ou nos últimos 7 dias. No entanto, apenas os sintomas na região da coluna – cervical, dorsal e lombar – impediram algumas operadoras de realizar a sua atividade profissional, o que vai ao encontro do incómodo de nível intenso e insuportável reportado para esta regiões. São vários os fatores de risco que podem ter contribuído para este resultado, desde os físicos (iluminação insuficiente em determinados postos de trabalho; temperaturas baixas; tarefas que exigem que as operadoras adotem posturas pensosas e/ou estáticas; repetitividade de movimentos; aplicação de força nas tarefas de MMC; contacto com ferramentas vibratórias) até aos individuais (população do sexo feminino; operadoras com idade igual ou superior a 60 anos; antiguidade média na secção de cerca de 15 anos; casos de subnutrição e obesidade entre as operadoras). O número de operadoras da secção não é suficiente para que se consiga extrapolar os resultados da SME autorreferida para a indústria de embalagem.

Verificou-se a presença de um grau de semelhança entre os resultados obtidos com o NMQ (Kuorinka *et al.*, 1987) e a MARZC (Carrelhas, 2010) acima dos 60% para todos os postos de trabalho,

chegando aos 100% para os PT1 e PT13. Esta semelhança é muito elevada para a maioria dos segmentos corporais, tal como aconteceu noutros estudos. Ainda assim, encontraram-se algumas diferenças entre os dois métodos, já que a MARZC (Carrelhas, 2010) apresenta um maior número de regiões corporais com risco de lesão e níveis de risco mais elevados do que o grau de desconforto reportado pelas operadoras. Isto pode dever-se ao facto de cada operadora da secção trabalhar em mais do que um posto ao longo do turno de trabalho, fazendo com que a SME autorreferida advenha do desempenho de diferentes atividades de trabalho, isto é, de uma combinação entre os fatores de risco de vários postos. Contudo, a amostra estudada não é suficientemente grande para se obter uma conclusão mais estruturada acerca deste ponto.

Nesta investigação foram detetados desperdícios significativos em três das operações mais relevantes da secção de embalagem – operação de transporte de material, operação de abastecimento de papel PADPAK e operação de cintagem de contentores –, às quais também estavam associadas más condições ergonómicas. No transporte de material, eram investidas perto de duas horas e percorridos cerca de 4 km pelas operadoras, durante um dia completo de trabalho. Por sua vez, no abastecimento de papel PADPAK eram despendidas mais de 2,5h por dia em frente à máquina, à espera que esta debitasse o material. Por último, a operação de cintagem que, além do risco ergonómico, apresentava também um risco de segurança para as operadoras, consumia mais de 66 minutos diariamente devido a todos os deslocamentos feitos pelas operadoras em torno do contentor e à quantidade de material utilizada nesta operação, que representava um custo de 1.72€/contentor.

Depois da avaliação ergonómica dos postos de trabalho e da análise dos processos da secção, conseguiram identificar-se 19 desvios para os quais se definiram 21 ações de melhoria. Para os postos de trabalho PT1, PT2 e PT6 foi avaliado o resultado de algumas das ações propostas (as mais fáceis de implementar e com menos custos para a organização), tendo-se obtido melhorias acima dos 56%, de acordo com a MARZC (Carrelhas, 2010). Uma das medidas propostas prendeu-se com a elaboração de um plano de rotação de postos de trabalho, cujo impacto no nível de risco médio diário por região corporal foi analisado com a MARZC (Carrelhas, 2010), segundo a qual o cumprimento do plano permite a redução de todos os níveis de risco muito alto. Conclui-se, assim, que a implementação de medidas técnicas de Ergonomia, tais como (1) plataformas elevatórias, (2) equipamentos para auxílio nas tarefas de MMC, (3) *redesign* de postos de trabalho, e (4) desenho de métodos de trabalho ergonómicos, e medidas organizacionais como a rotação de postos de trabalho, reduz consideravelmente o risco de LMERT.

As ações propostas para a otimização das operações estudadas permitem o ganho de mais de 4,5h de trabalho por dia na secção de embalagem (aproximadamente, 90 minutos na operação de transporte de material, 150 minutos na operação de abastecimento de papel PADPAK, e 40 minutos na operação de cintagem de contentores), horas que podem ser utilizadas na realização de tarefas de valor acrescentado, e reduzir o custo com o material utilizado na cintagem para metade. Paralelamente, verificou-se a redução de *muri*, concluindo-se que é possível aplicar princípios *lean*, aumentando a eficiência dos processos, e, simultaneamente, obter um impacto positivo sobre as condições ergonómicas de uma atividade de trabalho (Fonte, Costa, & Pimentel, 2016b). Considera-se, portanto, que foram obtidos bons resultados com o conjunto de ações propostas.

Relativamente aos métodos utilizados neste estudo, o EAWS (Schaub *et al.*, 2013) destacou-se negativamente. Este método penalizou de maneira significativa todas as atividades de trabalho que incluíam tarefas de MMC, devolvendo níveis de risco de LMERT muito elevados. Contudo, quando analisadas isoladamente através de métodos de análise detalhada, na grande maioria das vezes, estas tarefas não apresentavam risco ergonómico para os operadores, revelando-se um falso positivo por parte do EAWS (Schaub *et al.*, 2013). Neste sentido, como trabalho futuro propõe-se a utilização de diferentes métodos de avaliação de risco e posterior comparação dos resultados com os obtidos neste estudo.

Quanto ao Software IGEL, sugere-se a implementação de uma melhoria nas suas futuras versões, nomeadamente no que diz respeito ao cálculo do nível de risco ergonómico com a equação NIOSH (NIOSH, 1991), quando o valor para a distância horizontal é superior a 630 cm. Nestas condições, o *software* deverá emitir um alerta para o elevado risco da tarefa, não permitindo a continuação do cálculo do peso limite recomendado, ao contrário do que acontece na sua atual versão.

Devido à escassez de tempo, não foi possível avaliar o impacto de todas as ações no nível de risco de LMERT dos diversos postos de trabalho, consistindo este num tema interessante a estudar no futuro. Além disso, poder-se-á também efetuar uma análise de investimento, de modo a determinar o *payback* das medidas propostas. Apesar de este valor não ser algo simples e direto, pode ser obtido, por exemplo, através da análise da redução dos custos associados a baixas médicas, tratamentos médicos ou indemnizações provenientes de casos de LMERT entre os trabalhadores.

No que concerne à SME autorreferida, não foi possível determinar o peso relativo de cada um dos fatores de risco sobre os resultados, por isso, seria pertinente investigar a influência de cada fator sobre os sintomas das operadoras isoladamente. Adicionalmente, seria importante estudar o impacto dos fatores de risco psicossociais, aos quais não foi dado muito ênfase neste estudo e que são igualmente relevantes. Depois da implementação das medidas propostas na secção de embalagem, seria de extrema importância avaliar, novamente, a SME das operadoras.

A manter-se um quadro evolutivo de trabalho cada vez mais competitivo e mecanicista, é possível prever a parcelização do trabalho ou o desenvolvimento de novas formas para a sua organização que podem resultar no aumento dos fatores de risco presentes nos locais de trabalho (Cunha-Miranda, Carnide, & Lopes, 2010). Desta maneira, é crucial que a organização do trabalho e o *design* do posto de trabalho sejam conduzidos de maneira a prevenir o aparecimento (ou o agravamento) das LMERT e permitir que um maior número de trabalhadores se sinta apto a trabalhar até à idade da reforma. Uma maior adesão ao processo de ergonomia na conceção e avaliação dos sistemas de trabalho aparenta ser a estratégia mais provável para garantir a prevenção a longo prazo das patologias músculo-esqueléticas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aasa, U., Barnekow-Bergvist, M., Angquist, K. A., & Brulin, C. (2005). Relationship between work-related factors and disorders in the neck-shoulder and low-back region among female and male ambulance personnel. *Journal of Occupational Health*, 47(6), 481-489.
- AESST - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2005). Previsões de peritos sobre os riscos físicos emergentes associados à segurança e saúde no trabalho. Bilbao, *FACTS*, 60/PT.
- AESST - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2007a). Introdução às lesões músculo-esqueléticas. Bilbao, *FACTS*, 71/PT.
- AESST - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2008). Lesões músculo-esqueléticas de origem profissional: Relatório sobre prevenção. Bilbao, *FACTS*, 78/PT.
- AESST - Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2007b). Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de trabalho. Bilbao, *FACTS*, 73/PT.
- Afonso, L. C. (2013). *Estudo Comparativo da Prevalência de Sintomas Músculo-esqueléticos em Trabalhadores de Duas Empresas da Indústria do Calçado: Setor da Costura* (Tese de Mestrado não publicada). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Afonso, L., Pinho, M. E., & Arezes, P. M. (2014). Prevalence of WMSD in the sewing sector of two companies of the footwear industry. Paper presented at the *Occupational Safety and Hygiene II - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2014*, 609-614.
- Aghilinejad, M., Mousavi, S. A. J., Nouri, M. K., & Ahmadi, A. B. (2012). Work-Related Musculoskeletal Complaints Among Workers of Iranian Aluminum Industries. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 67(2), 98-102. doi: 10.1080/19338244.2011.586383.
- AIMMP - Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e afins de Portugal - & CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica. (2015). *Metalurgia e Metalomecânica: Manual de prevenção*. Lisboa: Autoridade para as Condições do Trabalho.
- Alexopoulos, E. C., Tanagra, D., Konstantinou, E., & Burdorf, A. (2006). Musculoskeletal disorders in shipyard industry: Prevalence, health care use, and absenteeism. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(1), 88.
- Álvarez-Casado, E., Hernández-Soto, A., & Sandoval, S. (2009). *Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoesqueléticos*. Barcelona: Editorial Factor Humans.
- Anandacoomarasamy, A., Caterson, I., Sambrook, P., Fransen, M., & March, L. (2008). The impact of obesity on the musculoskeletal system. *International Journal of Obesity*, 32(2), 211-222. Disponível em <http://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803715>
- APD. (2016). Avalie o seu estado nutricional – IMC. Disponível em <http://www.apdietistas.pt/nutricao-saude/avalie-o-seu-estado-nutricional/parametros-antropometricos/62-indice-de-massa-corporal> [Acedido a 25 de Agosto de 2016]
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. In Sousa, R., Portela, C., Pinto, S., Correia, H. (Eds.), *Proceedings of 17th International Annual EurOMA Conference - Managing Operations in Service Economics*. Porto: EurOMA.
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. *Work*, 52(1), 57-70. doi:10.3233/wor-141941
- Ariëns, G. A. M., van Mechelen, W., Bongers, P. M., Bouter, L. M., & van der Wal, G. (2001). Psychosocial risk factors for neck pain: a systematic review. *American Journal of Industrial Medicine*, 39(2), 180-193.
- Arvidsson, I., Akesson, I., & Hansson, G. (2003). Wrist Movements among Females in a Repetitive, Non-Forceful Work. *Applied Ergonomics*, 34(4), 309-316. Disponível em [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00042-5)
- Ayoub, M. M. & Mital, A. (1989). *Manual materials handling*. London: Taylor & Francis.
- Azizi, A., Dargahi, A., Amirian, F., Mohammadi, M., Mohammadi, S., Oghabi, M. A., & Poursadeghiyan, M. (2016). Investigation the prevalence of work-related musculoskeletal

- disorders (WRMSDs) among factories packaging workers in kermanshah (2015). *Research Journal of Medical Sciences*, 10(4), 319-324. doi:10.3923/rjmsci.2016.319.324
- Badley, E. M. & Ibanez, D. (1994). Socioeconomic risk factors and musculoskeletal disability. *Journal of Rheumatology*, 21(3), 515-22.
- Baldwin, M. L. (2004). Reducing the costs of work-related musculoskeletal disorders: Targeting strategies to chronic disability cases. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14 (1), 33-41.
- Barroso, M. P. & Gomes da Costa, L. (2006). *Análise ergonómica de postos de trabalho na indústria cerâmica portuguesa: louça sanitária e louça utilitária e decorativa*. Lisboa: Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho. Estudos em Segurança e Saúde no Trabalho.
- Benach, J. & Muntaner, C. (2007). Precarious employment and health: Developing a research agenda. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 61(4), 276–277.
- Bergman, S., Herrström, P., Högrström, K., Petersson, I. F., Svensson, B., & Jacobsson, L. T. H. (2001). Chronic musculoskeletal pain, prevalence rates, and sociodemographic associations in a Swedish population study. *Journal of Rheumatology*, 28(6), 1369-1377.
- Bernard, B. (Eds.). (1997). *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity and Low Back*. Cincinnati: NIOSH.
- Bevan, S., Quadrello, T., McGee, R., Mahdon, M., Vavrovsky, A., Barham, L. (2009). Fit for work? Musculoskeletal disorders in the European workforce [PDF]. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=BFAB138F33EA2C8B4C053723887FF956?doi=10.1.1.625.1858&rep=rep1&type=pdf>
- Bittencourt, W., Alves, A. C., & Arezes, P. (2011). Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre Lean Production e Ergonomia (Literature review about synergy between Lean Production and Ergonomics). In Silva, G. J., Conceição, A. C., Afonso, C., & Matos, A. *Proceedings CLME2011 - 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia e IIICEM - 3º Congresso de Engenharia de Moçambique*. Porto: Edições INEGI.
- Björkstén, M. G., Boquist, B., Talbäck, M., & Edling, C. (1999). The validity of reported musculoskeletal problems. A study of questionnaire answers in relation to diagnosed disorders and perception of pain. *Applied Ergonomics*, 30(4), 325-330. doi:10.1016/S0003-6870(98)00033-7
- Blatter, B., Houtman, I., Bossche, S., Kraan, K., Heuvel, S., Terwee, C., ... Blonk, R. (2005). *Gezondheidsschade en kosten als gevolg van RSI en psychosociale arbeidsbelasting in Nederland*. Leiden: TNO Kwaliteit van leven.
- Bongers, P. M., Ijmker, S., Heuvel, S., Blatter, B. M. (2006). Epidemiology of work related neck and upper limb problems: Psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio-behavioural perspective (part II). *Journal of Occupational Rehabilitation*, 16(3), 279–302. Disponível em <https://doi.org/10.1007/s10926-006-9044-1>
- Bongers, P. M., Kremer, A. M., & ter Laak, J. (2002). Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. *American Journal of Industrial Medicine*, 41(5), 315-342. doi: 10.1002/ajim.10050
- Bongers, P. M., Luijsterburg, P., Van den Heuvel, F., De Vroome, E., Miedema, M. C., Douwes, M. (2001). Evaluatie van nieuwe werkmethode voor de metselploeg: opgehoogd metselen en mechanisch opperen [Evaluation of new working methods for a team of bricklayers: heightened bricklaying and mechanisation of transport]. Hoofddorp: Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurkundig onderzoek (TNO).
- Brännmark, M. & Håkansson, M. (2012). Lean production and work-related musculoskeletal disorders: overviews of international and Swedish studies. *Work*, 41(0), 2321-2328. doi:10.3233/wor-2012-0459-2321
- Brekke, M., Hjortdahl, P., & Kvien, T. K. (2002). Severity of musculoskeletal pain: Relations to socio-economic Inequality. *Social Science & Medicine*, 54(2), 221–228.
- Bridger, R. (2003). *Introduction to Ergonomics*. 2nd ed. New York: Taylor & Francis.



- Brooks, P.M. (2006). The burden of musculoskeletal disease – a global perspective. *Clinical Rheumatology*, 25(6), 778-781. doi:10.1007/s10067-006-0240-3
- Buckle, P. & Devereux, J. (1999). *Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders*. Disponível em European Agency for Safety and Health at Work <http://osha.europa.eu/en/publications/reports/201/view>
- Buckle, P. & Devereux, J. (2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders, *Applied Ergonomics*, 33(3), 207-217. doi:10.1016/S0003-6870(02)00014-5.
- Buckle, P. (2005). Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. *Occupational Medicine*, 55(3), 164-167. doi:10.1093/occmed/kqi081
- Burdorf, A. (2010). The role of assessment of biomechanical exposure at the workplace in the prevention of musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36(1), 1-2.
- Bush, P. M. (2011). *Ergonomics: Foundational Principles, Applications and Technologies*. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Carneiro, P. M. S. (2012). *LME na prestação de cuidados de saúde ao domicílio: avaliação do risco e construção de modelos estatísticos de previsão* (Tese de Doutoramento não publicada). Universidade do Minho, Guimarães.
- Carnide, F. (2006). Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho. *Revista Segurança*, 171, 25-29.
- Carnide, F., Veloso, A., Gamboa, H., Caldeira, S., & Fragoso, I. (2006). Interaction of biomechanical and morphological factors on shoulder workload in industrial paint work. *Clinical Biomechanics*, 21(1), S33-S38. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.09.010
- Carrelhas, V. (2010). *Desenvolvimento de uma metodologia para avaliação do risco de LMERT por zona corporal* (Tese de Mestrado não publicada). Universidade do Minho, Guimarães.
- Chiaasson, M. E., Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478-488. doi:10.1016/j.ergon.2012.07.003
- Coelho, A. (2000). Perturbações músculo-esqueléticas: realidade nacional. Artigo apresentado na Semana Europeia 2000: Prevenção das perturbações músculo-esqueléticas de origem profissional, Lisboa.
- Colombini, D. & Occhipinti, E. (2006). Preventing upper limb work-related musculoskeletal disorders (ULWMSDs): New approaches in job (re)design and current trends in standardization. *Applied Ergonomics*, 37(4), 441-450.
- Colombini, D. (1998). An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1261-1289.
- Colombini, D., Occhipinti, E., & Álvarez-Casado, E. (2013). *The revised OCRA Checklist method*. Barcelona: Editorial Factors Humans.
- Colombini, D., Occhipinti, E., Delleman, N., Fallentin, N., Kilbom, A., & Grieco, A. (2001). Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a consensus document developed by the Technical Committee on Musculoskeletal Disorders of International Ergonomics Association (IEA) endorsed by International Commission on Occupational Health (ICOH). *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*, 23(2), 129-142.
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B., & Gill, C. (2006). The effects of lean production on worker job stress. *Journal of Operations Management*, 26(9), 1013-1038.
- Costa, B. R. & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 53, 285-323.
- Cunha-Miranda, L., Carnide, F., & Lopes, M. F. (2010). Prevalence of rheumatic occupational diseases – PROUD study. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 35(2), 215-226.
- David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190-199.

- David, G., Woods, V., Li, G., & Buckle, P. (2008). The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 39(1), 57–69.
- Davis, K. G. & Heaney, C. A. (2000). The relationship between psychosocial work characteristics and low back pain: Underlying methodological issues. *Clinical Biomechanics*, 15(6), 389–406. doi:10.1016/S0268-0033(99)00101-1
- Decreto-Lei 182/2006, de 6 de setembro.
- Decreto-Lei 24/2012, de 6 de fevereiro.
- Decreto Regulamentar 76/2007, de 17 de julho.
- Deros, B. M., Ali, M. H., Mohamad, D., & Daruis, D. D. I. (2016). Ergonomic risk assessment on oil palm industry workers. *Iranian Journal of Public Health*, 45(1), 44–51.
- Deros, B. M., Daruis, D. D. I., Ismail, A. R., Sawal, N. A., & Ghani, J. A. (2010). Work-Related Musculoskeletal Disorders among Workers' Performing Manual Material Handling Work in an Automotive Manufacturing Company. *American Journal of Applied Sciences*, 7(8), 1087–1092.
- Dianat, I., Kord, M., Yahyazade, P., Karimi, M. A., & Stedmon, A. W. (2015). Association of individual and work-related risk factors with musculoskeletal symptoms among Iranian sewing machine operators. *Applied Ergonomics*, 51, 180–188. doi:10.1016/j.apergo.2015.04.017
- Drury, C. (2003). Human Factors and TQM. In W. Karwowski & W. Marras (Eds.), *Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1–5.
- Duarte, F. & Serranheira, F. (2015). Prevalência de sintomas associados a lesões musculoesqueléticas na atividade profissional dos higienistas orais. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 33(1), 49–56.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work. (2007). *Work-related musculoskeletal disorders: Back to work report*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work. (2008). *Work-related musculoskeletal disorders: Prevention report*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work. (2013). *Priorities for occupational safety and health research in Europe: 2013–2020*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work. (2016). Musculoskeletal disorders - Safety and health at work. Consultado em <https://osha.europa.eu/en/themes/musculoskeletal-disorders>
- Eatough, E. M., Way, J. D., & Chang, C. (2012). Understanding the link between psychosocial work stressors and work-related musculoskeletal complaints. *Applied Ergonomics*, 43(3), 554–563. doi:10.1016/j.apergo.2011.08.009
- Eklund, J. & Berglund, P. (2007). Reactions from employees on the implementation of Lean Production. In *Proceedings of the Nordic Ergonomics Society 39th Annual Conference - NES2007: Proactive Ergonomics: Implementation of ergonomics in planning of jobs, tasks, systems and environments*. Lysekil, Sweden.
- EN 1005-2:2003. *Safety of machinery: human physical performance: Part 2: manual handling of machinery and component parts of machinery*. Brussels: European Committee for Standardization.
- EN 1005-5:2007. *Safety of machinery: human physical performance: Part 5: risk assessment for repetitive handling at high frequency*. Brussels: European Committee for Standardization, 2007.
- EN 12464 -1:2002. *Lighting and Lighting - Lighting of Work Places – Part 1: Indoor Work Places*. Brussels: European Committee for Standardization.
- EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work. (2007). Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health (OSH). Bilbao, *FACTS*, 74/EN. Disponível em <http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/74>
- Eurofound & EU-OSHA. (2014). *Psychosocial risks in Europe: Prevalence and strategies for prevention*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurofound (2017). *Sixth European Working Conditions Survey – Overview report (2017 update)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Eurofound. (2012). *Fifth European Working Conditions Survey*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurofound. (2013). *Impact of the crisis on working conditions in Europe*. Dublin: Eurofound.
- European Commission. (2010). *Health and safety at work in Europe (1999–2007)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Farioli, A., Mattioli, S., Quagliari, A., Curti, S., Violante, F. S., Coggon, D. (2014). Musculoskeletal pain in Europe: the role of personal, occupational and social risk factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 40(1), 36–46.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How To Use Them*. New York: CRC Press.
- Fonte, S., Costa, N., Pimentel, C. (2016a). Ergonomic improvements in a packaging line: a case study. In Arezes *et al.* (Eds.), *Proceedings book of International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO 2016)*. Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO), 88-90.
- Fonte, S., Costa, N., Pimentel, C. (2016b). Integração da Ergonomia na aplicação de princípios Lean: um caso de estudo. In *Proceedings book of 5<sup>th</sup> National Meeting of Industrial Engineering and Management*.
- Fransson-Hall, C., Bystrom, S., & Kilbom, A. (1995). Self-reported physical exposure and musculoskeletal symptoms of the forearm-hand among automobile assembly-line workers. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 37(9), 1136-1144.
- Fredriksson, K., Bildt, C., Hägg, G., & Kilbom, A. (2001). The impact on musculoskeletal disorders of changing physical and psychosocial work environment conditions in the automobile industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(1), 31-45.
- Fritz, M. (2005). Vibration induced low back disorders – comparison of the vibration evaluation according to ISO 2631 with a force-related evaluation. *Applied Ergonomics*, 36(4), 481-488.
- Frost, P., Bonde, J. P. E., Mikkelsen, S., Andersen, J. H., Fallentin, N., Kaergaard, A., Thomsen, J.F. (2002). Risk of shoulder tendinitis in relation to shoulder loads in monotonous repetitive work. *American Journal of Industrial Medicine*, 41(1), 11–18.
- Gezondheidsraad. (2000). *RSI*. The Hague: Health Council of the Netherlands.
- Ghaffari, M., Alipour, A., Jensen, I., Farshad, A. A. & Vingard, E. (2006). Low back pain among Iranian industrial workers. *Occupational Medicine*, 56(7), 455-460. doi:10.1093/occmed/kql062
- Ghasemkhani, M., Mahmudi, E., & Jabbari, H. (2008). Musculoskeletal Symptoms In Workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14(4), 455-462.
- Gilkinson, P. (2007). Integrating Risk Reduction Strategies with Six Sigma and Lean. In *10th Annual Applied Ergonomics Conference: Celebrating The Past.. Shaping The Future*.
- Govindu, N. K., & Babski-reeves, K. (2014). Effects of personal, psychosocial and occupational factors on low back pain severity in workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 335–341. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.11.007>
- Guimarães, L. B., Anzanello, M. J., & Renner, J. S. (2012). A learning curve-based method to implement multifunctional work teams in the Brazilian footwear sector. *Applied Ergonomics*, 43(3), 541-547.
- Hagberg, M., Kuorinka, I., & Forcier, L. (1995). *LART: les lésions attribuables au travail répétitif*. Paris: Editions Multimonde.
- Hargberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M. J., Hendrick, H. W., Carayon, P., & Perusse, M. (1995). Identification, measurement, and evaluation of risk. In Kuorinka & Forcier (Eds.), *Work-related musculoskeletal disorders: A reference book for prevention*. London: Taylor & Francis.
- Haukka, E., Ojajärvi, A., Takala, E., Viikari-Juntura, E., & Leino-Arjas, P. (2012). Physical workload, leisure-time physical activity, obesity and smoking as predictors of multisite musculoskeletal pain: a 2-year prospective study of kitchen workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(7), 485-492. doi:10.1136/oemed-2011-100453
- Hembecker, P. K., Camargo, V. M., Poletto, A. R., Balbinotti, G., Moro, A. R. P., Gontijo, L. A. (2015). Ergonomics evaluation of a packaging workstation in an electric supplies industry. In

- Proceedings 19 th Triennial Congress of the IEA*. Australia: International Ergonomics Association.
- Hignett, S. & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- Hildebrandt, V., Bongers, P., Van Dijk, F., Kemper, H., & Dul, J. (2001). Dutch Musculoskeletal Questionnaire: Description and basic qualities. *Ergonomics*, 44(12), 1038-1055.
- Hofmann, D. A. & Mark, B. (2006). An investigation of the relationship between safety climate and medication errors as well as other nurse and patient outcomes. *Personnel Psychology*, 59(4), 847-869.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Hooftman, W.E., van der Beek, A. J., Bongers, P. M., & van Mechelen, W. (2009). Is there a gender difference in the effect of work-related physical and psychosocial risk factors on musculoskeletal symptoms and related sickness absence?. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 35(2), 85-95.
- Howarth, S. J., Beach, T. A., Pearson, A. J., & Callaghan, J. P. (2009). Using sitting as a component of job rotation strategies: are lifting/lowering kinetics and kinematics altered following prolonged sitting. *Applied Ergonomics*, 40, 433-439.
- HSE. (2002). *Upper limb disorders in the workplace*. Norwich: Health and Safety Executive.
- Hunter, S. L. (2002). Ergonomic Evaluation of Manufacturing Systems Design. *Journal of Manufacturing Systems*, 20(6), 429-444.
- Hunter, S. L. (2008). The Toyota Production System Applied to the Upholstery Furniture Manufacturing Industry. *Materials and Manufacturing Processes*, 23(7), 629-634. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10426910802316476>
- IEA - International Ergonomics Association. (2016). Definition and domains of ergonomics. Disponível em <http://www.iea.cc/whats/> [Acedido a 6 de Março de 2016]
- IIDA, I. (2005). *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense Low-Cost Approach to Management*. McGraw-Hill Professional.
- IMD (International MTM Directorate). (2015). Introduction to EAWS. Disponível em <http://mtm-international.org/introduction-to-eaws/> [Acedido a 26 de Janeiro de 2016]
- ISO 11228-1:2003. *Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying*. Switzerland: ISSO, 2007.
- ISO 11228-2:2007. *Ergonomics – Manual handling – Part 2: Pushing and pulling*. Switzerland: ISSO, 2007.
- Issever, H., Aksoy, C., Sabuncu, H., Karan, A. (2003). Vibration and Its Effects on the Body. *Medical Principles and Practice*, 12(1), 34-38.
- Jablonska, B., Soares, J. J. F., & Sundin, O. (2006). Pain among women: Associations with socio-economic and work conditions. *European Journal of Pain*, 10(5), 435-447.
- Janssen, O. (2003). Innovative behaviour and job involvement at the price of conflict and less satisfactory relations with co-workers. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 76(3), 347-364.
- Joshi, K.T., Menon, K. K., & Kishore, J. (2001). Musculoskeletal disorders in industrial workers of Delhi. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 7(3), 217-221.
- Katz, J.N. (2006). Lumbar disc disorders and low-back pain: Socioeconomic factors and consequences. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 88(2), 21-24.
- Kemmlert, K. (1995). A method assigned for the identification of ergonomic hazards—PLIBEL. *Applied Ergonomics*, 26(3), 199.
- Kester, J. (2013). A lean look at ergonomics: Healthier continuous improvement processes can limit musculoskeletal disorders. *Industrial Engineer Magazine*, 45(3), 28-32. Disponível em <http://www.iienet2.org/IEMagazine/Details.aspx?id=33970>

- Kilbom, A. (1994). Assessment of physical exposure in relation to work related musculoskeletal disorders – What information can be obtained from systematic observations?. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 20, 30-45.
- Kittusamy, N. K. & Buchholz, B. (2004). Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: a literature review. *Journal of Safety Research*, 35(3), 255–261.
- Klussmann, A., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M. A., Latza, U., & Steinberg, U. (2017). Risk assessment of manual handling operations at work with the key indicator method (KIM-MHO) - determination of criterion validity regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms and clinical conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1). doi:10.1186/s12891-017-1542-0
- Kortt, M. & Baldry, J. (2002). 'The association between musculoskeletal disorders and obesity. *Australian Health Review*, 25(6), 207-214. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1071/AH020207>
- Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied Ergonomics*, 45(2), 198-212.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardized Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237. Disponível em [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
- Landau, K., Rademacher, H., Meschke, H., Winter, G., Schaub, K., Grasmueck, M., ... Schulze, J. (2008). Musculoskeletal disorders in assembly jobs in the automotive industry with special reference to age management aspects. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(7-8), 561-576. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2008.01.006>.
- Lanfranchi, J. B. & Dubeau, A. (2008). Explicative models of musculoskeletal disorders (MSD): From biomechanical and psychosocial factors to clinical analysis of ergonomics. *European Review of Applied Psychology*, 58(4), 201-213. doi:10.1016/j.erap.2008.09.004
- Liker, J. K. (1998). *Becoming Lean: Inside Stories of US Manufacturers*. New York: Productivity Press.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill.
- Lin, C.J., Wang, S. J., & Chen, H. J. (2006). A Field Evaluation Method for assessing whole body biomechanical joint stress in manual lifting tasks. *Industrial Health*, 44(4), 604-612.
- Lucas, R. & Monjardino, M. (2010). *O estado da reumatologia em Portugal*. Porto: Observatório Nacional das Doenças Reumáticas.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). Do Lean Methodologies include ergonomic tools? In Arezes et al. (Eds.), *Proceedings book of International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO 2012)*. Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO), 350-356.
- Malchaire, J. & Piette, A. (2002). Co-ordinated strategy of prevention and control of the biomechanical factors associated with the risk of musculoskeletal disorders. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75(7), 459-467. doi:10.1007/s00420-002-0327-3
- Malchaire, J. (2007). Participative strategy for the management of musculoskeletal disorders in industry. In European Agency for Safety and Health at Work (Eds.), *Lighten the Load*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 11-14.
- Malchaire, J., Cock, N., & Vergracht, S. (2001). Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 74(2), 79-90. doi:10.1007/s004200000212
- Marras, W. S., Allread, W. G., Burr, D. L., & Fathallah, F. A. (2000). Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials handling tasks. *Ergonomics*, 43(11), 1866-1886.

- Marras, W. S., Lavender, S. A., Leurgans, S. E., Rajulu, S. L., Allread, W. G., Fathallah, F. A., & Ferguson, S. A. (1993). The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disorders. *Spine*, 18(5), 734-749.
- Maynard, H. B., Stegemerten, G. J., & Schwab, J. L. (1948). *Methods-time Measurement*. New York: McGraw-Hill.
- McAtamney, L. & Corlett, N. E. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- McBeth, J. & Jones, K. (2007). Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 21(3), 403-425. doi:10.1016/j.berh.2007.03.003
- Melzer, A. C. S. & Iguti, A. M. (2010). Working conditions and musculoskeletal pain among brazilian pottery workers. [Condições de trabalho e dor osteomuscular entre ceramistas brasileiros]. *Cadernos De Saúde Pública*, 26(3), 492-502.
- Miranda, H., Viikari-Juntura, E., Heistaro, S., Heliövaara, M., & Riihimäki, H. (2005). A Population Study on Differences in the Determinants of a Specific Shoulder Disorder versus Nonspecific Shoulder Pain without Clinical Findings. *American Journal of Epidemiology*, 161(9), 847-855. Disponível em <https://doi.org/10.1093/aje/kwi112>
- Monden, Y. (1983). *The Toyota Production System*. Atlanta: Institute of Industrial Engineers.
- Montmollin, M & Darses, F. (2011). *A ergonomia*. 2ª ed. Lisboa: Instituto Piaget.
- Moore, J. S. & Garg A. (1995). The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56(5), 443-458.
- Nag, A., Vyas, H., & Nag, P. K. (2010). Gender differences, work stressors and musculoskeletal disorders in weaving industries. *Industrial Health*, 48(3), 339-348.
- Nathan, P.A., Istvan, J.A., & Meadows, K.D. (2005). A longitudinal study of predictors of research-defined carpal tunnel syndrome in industrial workers: Findings at 17 years. *Journal of Hand Surgery-British and European*, 30(6), 593-598. doi:10.1016/j.jhsb.2005.06.019.
- Nelson, N. A. & Hughes, R. E. (2009). Quantifying relationships between selected work-related risk factors and back pain: A systematic review of objective biomechanical measures and cost-related health outcomes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39 (1), 202-210.
- Niebel, B. & Freivalds, A. (2002). *Methods, Standards and Work Design: Eleventh Edition*. New York: McGrawHill.
- Nieuwolt, S. (1997). *Tropical climatology*. London: Wiley.
- NIOSH. (1991). *Scientific Support Documentation for the Revised 1991 NIOSH Lifting Equation: Technical Contract Reports*. Cincinnati: U. S. Department of Health and Human Services, NIOSH.
- NIOSH. (1997). *Elements of ergonomics programs: a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders*. Columbia: Centers for Disease Control and Prevention.
- Nordander, C., Ohlsson, K., Balogh, I., Hansson, G., Axmon, A., Persson, R., & Skerfving, S. (2008). Gender differences in workers with identical repetitive industrial tasks: exposure and musculoskeletal disorders. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 81(8), 939-947. doi:10.1007/s00420-007-0286-9
- NP 1796:2006. *Segurança e Saúde do Trabalho - Valores limite de exposição profissional a agentes químicos*. Instituto Português da Qualidade.
- NRC/IOM - The National Research Council/Institute of Occupational Medicine. (2001). *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nunes, I. L. & Bush, P. M. (2012). Work-Related Musculoskeletal Disorders Assessment and Prevention [PDF]. Disponível em <http://www.intechopen.com/books/ergonomics-asystems-approach/work-related-musculoskeletal-disorders-assessment-and-prevention>
- Nunes, I. L. & Cruz-Machado, V. (2007). Merging Ergonomic Principles into Lean Manufacturing. In Bayraksan, G. et al. (Eds.), *Proceedings of the 2007 IERC "Industrial Engineering's Critical Role in a Flat World"*. Nashville, Tennessee-EUA, 836-841.

- Nunes, I. L. (2009). FAST ERGO\_X – a tool for ergonomic auditing and work-related musculoskeletal disorders prevention. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment, & Rehabilitation*, 34(2), 133-148.
- Occhipinti, E. (1998). OCRA – a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1290-1311.
- Padula, R. S., Comper, M. L. C., Sparer, E. H., & Dennerlein, J. T. (2017). Job rotation designed to prevent musculoskeletal disorders and control risk in manufacturing industries: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 58(1), 386–397. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.07.018>
- Palmer, K.T. & Smedley, J. (2007). Work relatedness of chronic neck pain with physical findings: A systematic review. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 33(3), 165-191.
- Paoli, P., & Merli  , D. (2001). *Third European survey on working conditions 2000*. Luxemburgo: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Parent-Thirion, A., Fernández, M. E., Hurley, J., & Vermeulen, G. (2007). *Fourth European survey on working conditions 2000*. Luxemburgo: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Parker, S. K. (2003). Longitudinal effects of lean production on employee outcomes and the mediating role of work characteristics. *The Journal of Applied Psychology*, 88(4), 620-34.
- Pereira, G. & Arezes, P. M. (2013). Comparative study of risk evaluation methods for the development of worker related musculoskeletal disorders. In Arezes *et al.* (Eds.), *Proceedings book of International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO 2013)*. Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO), 579-584.
- PEROSH. (2012). *Sustainable workplaces of the future: European research challenges for occupational safety and health*. Brussels: Partnership for European Research in Occupational Safety and Health.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Piedrah  ta, H., Punnett, L., & Shahnava  , H. (2004). Musculoskeletal symptoms in cold exposed and non-cold exposed workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(4), 271-278. doi:10.1016/j.ergon.2004.04.008
- Pinto, A. T., Santos, C. S., Sim  es, G., Borges, J. C., Santos, J. R., Galego, M. J., ... Manzano, M. J. (2009). *Programa Nacional de Saúde Ocupacional 2009-2012 (Promo  o e protec  o da saúde no local de trabalho)*. Lisboa: Direc  o-Geral da Saúde.
- Polajnar, A., Leber, M., & Herzog, N. V. (2010). Muscular-skeletal diseases require scientifically designed sewing workstations. *Strojniski Vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 56(1), 31-40.
- Pombeiro, A. S. E. (2011). *Utiliza  o de Esquemas de Rotatividade de Tarefas na Preven  o das Lesões Músculo-Esqueléticas*. (Tese de Mestrado não publicada). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Punnett, L. & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13-23. doi: 10.1016/j.jelekin.2003.09.015
- Putz-Anderson, V. (Eds.). (1988). *Cumulative Trauma Disorders: A Manual for Musculoskeletal Diseases of the Upper Limbs*. London: Taylor & Francis.
- Ringelberg, J. A. & Koukoulaki, T. (2002). *Risk Estimation for Musculoskeletal Disorders in Machinery Design – Integrating a User Perspective*. Brussels: European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety.
- Roquelaure, Y., Ha, C., Leclerc, A., Touranchet, A., Sauteron, M., Melchior, M., ... Goldberg, M. (2006). Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Care & Research*, 55(5), 765-778. doi:10.1002/art.22222
- Roquelaure, Y., Ha, C., Rouillon, C., Fouquet, N., Leclerc, A., Descatha, A., ... Members of Occupational Health Services of the Pays de La Loire Region. (2009). Risk factors for upper-

- extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Care & Research*, 61(10), 1425-1434. doi:10.1002/art.24740
- Roquelaure, Y., Mariel, J., Fanello, S., Boissière, J.C., Chiron, H., Dano, C., ... Penneau-Fontbonne, D. (2002). Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(7), 452-458.
- Saurin, T. A. & Ferreira, C. F. (2009). The impact of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 403-412.
- Schaub, K. (2004). Das "Automotive Assembly Worksheet (AAWS)". In Landau, K. (Eds.), *Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation*. Stuttgart: ergonomia Verlag.
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B. & Bruder, R. (2013). The European Assembly Worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14(6), 616-639. doi: 10.1080/1463922X.2012.678283
- Schneider, E., Irastorza, X., & Copsey, S. (2010). *OSH in figures: Work-related musculoskeletal disorders in the EU-Facts and figures*. [PDF]. Disponível em <http://doi.org/10.2802/10952>
- Schulte, P. A., Wagner, G. R., Ostry, A., Blanciforti, L. A., Cutlip, R. G., Krajnak K. M., ... Miller, D. B. (2007). Work, obesity, and occupational safety and health. *American Journal of Public Health*, 97(3), 428-436. doi:10.2105/AJPH.2006.086900
- Sepälä, P. & Klemola, S. (2004). How do employees perceive their organization and job when companies adopt principles of lean production? *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(2), 157-180.
- Serranheira, F. & Uva, A. (2002). Lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho (LMELT): aspectos gerais de diagnóstico e prevenção. In Neto, A., Uva, A., & Miranda, L. (Eds.), *Doenças Reumáticas Ligadas ao Trabalho*. Lisboa: Liga Portuguesa Contra as Doenças Reumáticas e Instituto de Inspeção e Desenvolvimento das Condições de Trabalho.
- Serranheira, F., Cotrim, T., Rodrigues, V., Nunes, C., & Sousa-uva, A. (2012). Lesões musculoesqueléticas ligadas ao trabalho em enfermeiros portugueses: «ossos do ofício» ou doenças relacionadas com o trabalho?. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 30(2), 193-203.
- Serranheira, F., Lopes, F., & Uva, A. (2004). Lesões músculo-esqueléticas e trabalho: uma associação muito frequente. *Jornal das Ciências Médicas*, Tomos CLXVIII, 59-78.
- Serranheira, F., Lopes, F., & Uva, A. (2005). Lesões músculo-esqueléticas e trabalho: Uma associação muito frequente. *Saúde e Trabalho*, 5, 59-88.
- Serranheira, F., Pereira, M., Santos, C. S., & Cabrita, M. (2003). Auto-referência de sintomas de LME numa grande empresa em Portugal. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 21(2), 37-48.
- Serranheira, F., Sousa-Uva, A., & Leite, E. (2012). Capacitar os trabalhadores para a prevenção das LMELT: Contributos da abordagem participativa da Ergonomia. *Saúde e Trabalho*, 8, 23-46.
- Serranheira, F., Uva, A. S., & Lopes, M. F. (2008). Lesões músculo-esqueléticas e trabalho: Alguns métodos de avaliação do risco. *Cadernos/Avulso*, 5.
- Serranheira, F., Uva, A. S., & Sousa, P. (2010). Ergonomia hospitalar e segurança do doente: mais convergências que divergências. *Revista Portuguesa de Saúde pública*, Volume Temático (10), 58 – 73.
- Serranheira., F., & Uva, A. S. (2010). *Avaliação do risco de lesões músculo-esqueléticas do membro superior ligadas ao trabalho (LMEMSLT): aplicação dos métodos RULA e Strain Index*. Disponível em <http://www.observaport.org/node/41>.
- Shamsuddin, K. A., Norzaimi, C. M., Ab-Kadir, A. M., & Osman, M. H. (2014). Analysis on the Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSD's) Based on Ergonomic Study in Case of Industry Study. *International Journal of Engineering Research*, 3, 190-195. doi:10.17950/ijer/v3s4/401.
- Sherehiy, B., Karwowski, W., & Marek, T. (2004). Relationship between risk factors and musculoskeletal disorders in the nursing profession: A systematic review. *Occupational Ergonomics*, 4(4), 241-279.
- Silva, A. & Cervaens, M. (2011). *Prevalência de lesões músculo-esqueléticas em enfermeiros*. (Projeto e Estágio Profissionalizante II). Universidade Fernando Pessoa, Porto.



- Silva, C., Barros, C., Cunha, L., Carnide, F., & Santos, M. (2016). Prevalence of back pain problems in relation to occupational group. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, 52–58.
- Silva, J. & Paschoarelli, L. (2010). *A evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Silverstein, B. A., Stetson, D. S., Keyserling, W. M., & Fine, L. J. (1997). Work-related musculoskeletal disorders: Comparison of data sources for surveillance. *American Journal of Industrial Medicine*, 31, 600-608.
- Silverstein, B., Clark., R. (2004). Interventions to Reduce Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 135-152.
- Simon, M., Tackenberg, P., Nienhaus, A., Estryn-Behar, M., Conway, P. M., & Hasselhorn, H. (2008). Back or neck-pain-related disability of nursing staff in hospitals, nursing homes, and home care in seven countries - results from the European NEXT-study. *International Journal of Nursing Studies*, 45, 24-34.
- Simoneau, S., Vincent, M., & Chicaine, D. (1996). *Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs): a better understanding for more effective prevention*. Québec: IRSST – Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail.
- Sluiter, J. K., Rest, K. M., & Frings-Dresen, M. H. (2001). Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 27(1), 1-102.
- Sobeih, T. M., Salem, O., Daraiseh, N., Genaidy, A., Shell, R. (2006). Psychosocial factors and musculoskeletal disorders in the construction industry: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(3), 329-344. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/14639220500090760>
- Spielholz, P., Silverstein, B., Morgan, M., Checkoway, H., & Kaufman, J. (2001). Comparison of self-reported, video observation and direct measurement methods for upper extremity musculoskeletal disorder physical risk factors. *Ergonomics*, 44(6), 588-613.
- Stevenson, J. M. (2014). Looking forward by looking back: Helping to reduce work-related musculoskeletal disorders. *Work*, 47(1), 137–141. Disponível em <http://doi.org/10.3233/WOR-131691>
- Stone, P. W., Du, Y., & Gershon, R. R. (2007). Organizational climate and occupational health outcomes in hospital nurses. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 49(1), 50-58. doi: 10.1097/01.jom.0000251622.05429.0c
- Takala, E. P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G., Mathiassen, S. E., Neumann, W. P., ... Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36(1), 3-24.
- Talaia, M., Meles, B. & Teixeira, L. (2013). Evaluation of the Thermal Comfort in Workplaces – a Study in the Metalworking Industry. In Arezes *et al.* (Eds.), *Occupational Safety and Hygiene*. London: Taylor & Francis, 473-477.
- Treaster, D. E. & Burr, D. (2004). Gender differences in prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders. *Ergonomics*, 47(5), 495-526. doi:10.1080/0014013031000163817
- Ulin, S. S. & Keyserling, W. M. (2004). Case Studies of Ergonomic Interventions in Automotive Parts Distribution Operations. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 14(4), 307–326.
- União Geral dos Trabalhadores. (2012). *Compilação de Dados Estatísticos sobre Sinistralidade Laboral e Doenças Profissionais em Portugal*. Disponível em [http://www.ugt.pt/SST\\_CompilacaoDadosEstatisticos\\_23\\_10\\_2012.pdf](http://www.ugt.pt/SST_CompilacaoDadosEstatisticos_23_10_2012.pdf)
- Uva, A., Carnide, F., Serranheira, F., Miranda, L., & Lopes, M. (2008). *Lesões Músculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho - Guia de orientação para a prevenção*. Portugal: Direção Geral da Saúde.
- Van den Heuvel, S. G., Van der Beek, A. J., Blatter, B. M., Hoogendoorn, W. E., & Bongers, P. M. (2005). Psychosocial work characteristics in relation to neck and upper limb symptoms. *Pain*, 114(1), 47-53.

- Van der Beek, A., Van Gaalen, L., & Frigs-Dresen, M. (1992). Working positions and activities of lorry drivers: a reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. *Applied Ergonomics*, 25(5), 331-336.
- van Rijn R. M., Huisstede B. M., Koes B. W., & Burdorf A. (2009). Associations between work-related factors and specific disorders at the elbow: a systematic literature review. *Rheumatology*, 48(5), 528-536.
- van Rijn R. M., Huisstede B. M., Koes B. W., & Burdorf A. (2010). Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder: a systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(3), 189-201. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.2895>
- Varmazyar, S., Varyani, A. S., Zeidi, I. M., & Hashemi, H. J. (2009). Evaluation working posture and musculoskeletal disorders prevalence in pharmacy packaging workers. *European Journal of Scientific Research*, 29(1), 82-88.
- Vieira, E. R., Serra, M. V. G. B., Almeida, L. B., Villela, W. V., Scalón, J. D., & Quemelo, P. R. V. (2015). Symptoms and risks for musculoskeletal disorders among male and female footwear industry workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 110-116. doi:10.1016/j.ergon.2015.05.001
- Waddell, G. & Burton, A. K. (2001). Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occup Med*, 51(2), 124-135.
- Wahlstedt, K., Norbäck, D., Wieslander, G., Skoglund, L., & Runeson, R. (2010). Psychosocial and ergonomic factors, and their relation to musculoskeletal complaints in the Swedish workforce. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(3), 311-321.
- Walder, J., Karlin, J., & Kerk, C. (2007). *Integrated Lean Thinking & Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solutions for a Productive*. An Material Handling Industry of America (MHIA) white paper.
- Wang, P. C., Rempel, D. M., Harrison, R. J., Chan, J., & Ritz, B. R. (2007). Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine operators. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(12), 806-813. doi: 10.1136/oem.2006.029140
- Waters, T. R. & Dick, R. B. (2015). Evidence of Health Risks Associated with Prolonged Standing at Work and Intervention Effectiveness. *Rehabilitation Nursing*, 40(3), 148-165. doi: 10.1002/rnj.166
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., & Garg, A. (1994). *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*. Cincinnati: U. S. Department of Health and Human Services (NIOSH).
- Werner, R. A., Franzblau, A., Gell, N., Ulin, S. S., & Armstrong, T. J. (2005). A longitudinal study of industrial and clerical workers: Predictors of upper extremity tendonitis. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 15(1), 37-46. doi: 10.1007/s10926-005-0872-1
- Whiting, W. & Zernicke, R. (2008). *Biomecânica funcional e das lesões músculo-esqueléticas: 2ª edição*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A..
- WHO. (2003). *The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millenium: Report of a WHO scientific group*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2016). Global Database on Body Mass Index. Disponível em [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PnY6SYRiXLAJ:apps.who.int/bmi/index.jsp%3FintroPage%3Dintro\\_3.html+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PnY6SYRiXLAJ:apps.who.int/bmi/index.jsp%3FintroPage%3Dintro_3.html+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt) [Acedido a 25 de Agosto de 2016]
- Wichert, I. (2002). Job insecurity and work intensification: the effects on health and well-being. In Burchell, B., Ladipo, D., & Wilkinson, F. (Eds.), *Job insecurity and work intensification*. London and New York: Routledge.
- Widanarko, B., Legg, S., Stevenson, M., Devereux, J., Eng, A., Cheng, S., ... Pearce, N. (2011). International Journal of Industrial Ergonomics Prevalence of musculoskeletal symptoms in relation to gender , age , and occupational / industrial group. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), 561–572. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.06.002>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: Mc Graw Hill.

- Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates.
- Womack, S. K., Armstrong, T. J., & Liker, J. K. (2009). Lean job design and musculoskeletal disorder risk: A two plant comparison. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 19(4), 279-293.
- Xiao, G. B., Dempsey, P. G., Lei, L., Ma, Z. H., & Liang, Y. X. (2004). Study on musculoskeletal disorders in a machinery manufacturing plant. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46(4), 341–346.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – Questionário (versão adaptada do NMQ)

### Questionário para a avaliação dos sintomas de lesões músculo-esqueléticas

Este questionário é anónimo e pretende obter informações sobre a sua sintomatologia músculo-esquelética relacionada com o trabalho.

Seja, POR FAVOR, o mais coerente possível nas suas respostas.

Data do inquérito: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015

#### PARTE 1

1. Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino
2. Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
3. Peso: \_\_\_\_kg      4. Altura: \_\_\_\_cm
5. Qual o braço que utiliza frequentemente para trabalhar ou escrever?  
☐ Direito ☐ Esquerdo ☐ Direito e esquerdo
6. Há quanto tempo é colaborador da Bosch Termotecnologia, S.A.?  
\_\_\_\_ anos e \_\_\_\_ meses ou desde a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
7. Há quanto tempo é que se encontra a exercer a atual atividade?  
\_\_\_\_ anos e \_\_\_\_ meses ou desde a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### PARTE 2

8. Em média, quantas horas trabalha por semana? \_\_\_\_
9. Qual o seu turno de trabalho? \_\_\_\_
10. Quais os postos da secção onde costuma trabalhar mais frequentemente?  
☐ Ensaio e Montagem  
☐ Contentores  
☐ Sacos  
☐ Caixas

### PARTE 3

11. O seu trabalho provoca-lhe ansiedade ou stress?

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

☐ Sim    ☐ Não

11.1. Se respondeu “Sim”, classifique a intensidade da ansiedade/stress:

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

☐ Leve  
☐ Ligeira  
☐ Média  
☐ Forte  
☐ Muito forte

12. Sente-se satisfeita com o seu trabalho?

Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:

☐ Sim    ☐ Não

13. Normalmente, acha que dispõe do tempo necessário para concretizar as suas tarefas sem pressas e respeitando os procedimentos normais de trabalho?





Por favor, selecione apenas uma das seguintes opções:






☐ Nunca  
☐ Raramente  
☐ Com alguma frequência  
☐ Frequentemente  
☐ Sempre

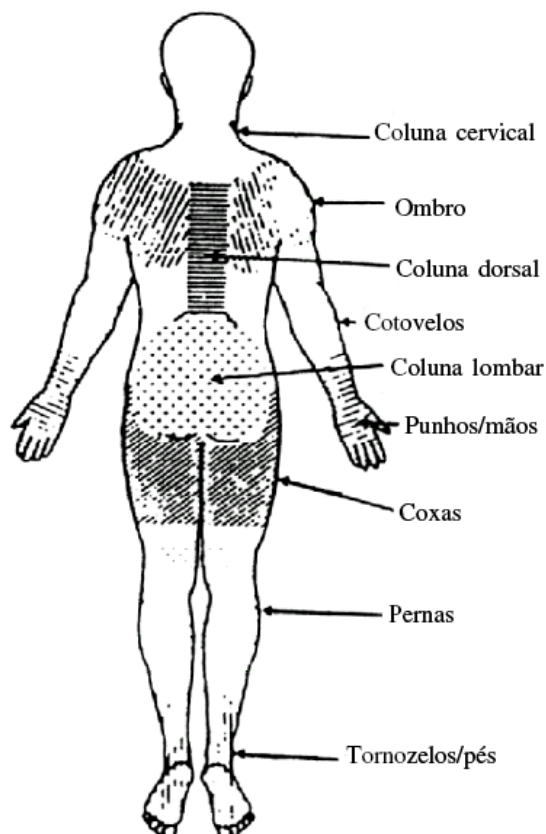
## PARTE 4

Preencha a tabela seguinte, assinalando com uma cruz o quadrado correspondente ao seu estado de incómodo, fadiga ou dor, em função dos segmentos corporais considerados. No caso de sentir desconforto, refira qual a intensidade do mesmo, de acordo com a escala seguinte:

Intensidade do desconforto			
1	2	3	4
LEVE	MODERADO	INTENSO	INSUPORTÁVEL

Para responder por todos os operadores			Para responder apenas pelos operadores que tenham problemas	
<p>Teve algum problema durante os últimos 12 meses (fadiga, desconforto ou dor) nos seguintes segmentos? Se sim, refira qual a sua intensidade, assinalando-a com um círculo.</p>			<p>Teve algum problema durante os últimos 7 dias?</p>	
	<p>1 Coluna cervical</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>	<p>1 2</p> <p>3 4</p>	<p>2 Coluna cervical</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>	<p>3 Coluna cervical</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>
	<p>4 Ombros</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>1 2</p> <p>3 4</p>	<p>5 Ombros</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>6 Ombros</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>
	<p>7 Cotovelos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>1 2</p> <p>3 4</p>	<p>8 Cotovelos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>9 Cotovelos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>
	<p>10 Punhos/mãos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>1 2</p> <p>3 4</p>	<p>11 Punhos/mãos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> No direito</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> No esquerdo</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Nos dois</p>	<p>12 Punhos/mãos</p> <p>Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/></p>

	13 Coluna dorsal Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	14 Coluna dorsal <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	15 Coluna dorsal Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
	16 Coluna lombar Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	17 Coluna lombar <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	18 Coluna lombar Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
	19 Ancas/coxas Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	20 Ancas/coxas <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	21 Ancas/coxas Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
	22 Pernas/joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	23 Pernas/joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	24 Pernas/joelhos Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>
	25 Tornozelos/pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	1 2 3 4	26 Tornozelos/pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>	27 Tornozelos/pés Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/>



Exemplo da marcação de intensidade:

1	2
3	4



## ANEXO B – Avaliação ergonómica do PT4&5

Tabela: Inconformidades ergonómicas encontradas no PT4&5 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	Existem várias tarefas características do posto de trabalho que obrigam o operador a adotar posturas de trabalho incorretas. Ex: formação de contentores; processo de abastecimento dos contentores; troca de moldes da máquina de moldes de espuma.
	A embalagem de componentes em caixas em cima da bancada é efetuada acima da altura ótima de trabalho.
	A embalagem de componentes em caixas em cima dos carros de apoio é efetuada abaixo da altura ótima de trabalho.
Área de alcance e campo de visão	Não existe iluminação localizada na máquina de moldes de espuma.
Peso de peças e cargas manuseadas	Todas as tarefas de manipulação manual de cargas devem ser analisadas em detalhe com os métodos de avaliação de risco adequados.

Tabela: Descrição do PT4&5

Posto de trabalho	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
PT4&5	1	Abastecer material	46	1756''	14	Óculos Luvas Calçado de segurança
		Formar contentor				
		Formar moldes de espuma				
		Colocar componentes e moldes de espuma nas caixas				
		Colocar caixas no contentor				
		Trocar carro logístico cheio por vazio				
	2	Formar moldes de espuma	54			
		Colocar componentes e moldes de espuma nas caixas				
		Colocar caixas no contentor				
		Trocar carro logístico cheio por vazio				
		Fechar contentor e identificar contentor				

Posto de trabalho	Nível	Tarefas	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de contentores/turno	EPI
		Levar contentor para a zona de expedição				

Tabela: Resultado global da aplicação da EAWS ao PT4&5




<b>Corpo inteiro</b>	
Mulheres	Homens
Score total: 45.9	Score total: 44.2
 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.	 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para controlar o risco.
<b>Membros superiores</b>	
Mulheres e Homens	
Score total: 18.5	
 Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	

Tabela: Resultado detalhado por grupo de tarefas da aplicação da EAWS ao PT4&5

Grupo de tarefas	Corpo inteiro		Membros superiores	Multiplicador
	Mulheres	Homens		
Embalar – 1º nível	49.6	48	18.49	0.45
Embalar – 2º nível	46.4	44.6	20.21	0.50
Pausas	2	2	0	0.05

Tabela: Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT4&5 com a ISO 11228-2

	Dados da tarefa			
	Duração do turno de trabalho		7.5 h	
	Força para empurrar a carga		40 N	
	Força para puxar a carga		40 N	
	Distância de transporte		5 m	
	Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos		1 m	
	Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto		1.1 m	
	Shoulder grip angle		20 °	
	Ângulo da força		30 °	
	Frequência da tarefa		14/turno	
	Género dos operadores (masculino:feminino)		0:100	
	Resultados da análise – limites da força			
Empurrar		Puxar		
<50 anos	74.66	87.84	61.18	71.98
	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>	
≥50 anos	70.52	82.96	57.55	67.71
	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>	

Tabela: Resultado global da análise das tarefas de MMC do PT4&5 com a equação NIOSH



Dados do turno de trabalho	
Duração do turno	8 h
Carga acumulada (valor limite nacional)	0 kg
Massa de referência	23 kg
Resultado da análise do turno de trabalho	
	<p>Possível risco</p> <p>Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.</p>
<p>Carga acumulada: 1176 kg</p> <p>Carga na coluna lombar (pior caso): 1.35</p> <p>Índice de elevação: 1.63</p>	

Tabela: Resultado da análise detalhada das tarefas de MMC do PT4&5 com a equação NIOSH

Ordem de risco	Tarefa	Peso da carga	Freq.	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI
1	Trocar moldes (armário → máquina)	11.2 kg	10 vezes /turno	8.29	0.85	7.05	<b>1.35</b>	<b>1.59</b>
2	Trocar moldes (carro apoio → armário)	11.2 kg	10 vezes /turno	8.67	0.85	7.37	1.29	1.52
3	Trocar moldes (máquina → carro apoio)	11.2 kg	10 vezes /turno	13.73	0.85	11.67	0.82	0.96
4	Colocar caixas no contentor (1º nível)	3.5 kg	120 vezes /turno	6.18	0.84	5.19	0.57	0.67
5	Colocar caixas no contentor (2º nível)	3.5 kg	120 vezes /turno	7.78	0.84	6.54	0.45	0.54

Tabela: Resultado da análise detalhada da tarefa de troca de moldes (armário → máquina) do PT4&5 com a equação NIOSH

Dados da tarefa		
Número de elevações	10/turno	
Peso máximo da carga	11.2 kg	
Peso médio da carga	11.2 kg	
Altura da pega	Origem	Destino
	45 cm	125 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	50 cm	50 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0º	0º
Condições da pega	Pobre	
Resultado da análise		
 Possível risco Não recomendado: <i>redesign</i> ou tomar ações para diminuir o risco.		
Peso limite recomendado: 7.05 kg		
Carga na coluna lombar: 1.35		
Índice de elevação: 1.59		

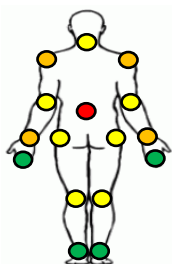


Figura: Resultado da aplicação da MARZC ao PT4&5

## ANEXO C – Análise detalhada das tarefas de MMC do PT2 – contentor B

Tabela: Resultado da análise da tarefa de manipulação da máquina de cintar do PT2 – contentor B com a EN 1005-02


Dados da tarefa		
Duração	7.5h	
Massa de referência	25 kg	
Peso da carga	3.9 kg	
Número de movimentações da carga	10/turno	
Altura da pega	Origem	Destino
	63 cm	121 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	30 cm	52 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0°	0°
Condições da pega	Boa	
Resultados da análise		
	Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	
Peso limite recomendado: 4.73 kg		
Índice de elevação: 0.82		

Tabela: Resultado da análise da tarefa ‘puxar carro logístico cheio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

Dados da tarefa					
Duração do turno de trabalho				7.5 h	
Força para empurrar a carga				20 N	
Força para puxar a carga				20 N	
Distância de transporte				6 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1.2 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m	
Ângulo de flexão do ombro				20 °	
Ângulo da força				10 °	
Frequência da tarefa				30/turno	
Gênero dos operadores (masculino:feminino)				0:100	
Resultados da análise – limites da força					
Empurrar			Puxar		
<50 anos	61.44	72.28	48.76	57.37	
	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>		
≥50 anos	57.76	67.95	45.67	53.73	
	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>		

Tabela: Resultado da análise da tarefa ‘empurrar carro logístico vazio’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

Dados da tarefa					
Duração do turno de trabalho				7.5 h	
Força para empurrar a carga				16 N	
Força para puxar a carga				16 N	
Distância de transporte				5 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1.2 m	
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m	
Ângulo de flexão do ombro				20 °	
Ângulo da força				10 °	
Frequência da tarefa				30/turno	
Gênero dos operadores ( masculino : feminino)				0 : 100	
Resultados da análise – limites da força					
Empurrar			Puxar		
<50 anos	61.44	72.28	48.76	57.37	
	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>
≥50 anos	57.76	67.95	45.67	53.73	
	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>

Tabela: Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor B com a ISO 11228-2

Dados da tarefa						
Duração do turno de trabalho				7.5 h		
Força para empurrar a carga				38 N		
Força para puxar a carga				38 N		
Distância de transporte				9 m		
Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos				1 m		
Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto				1.1 m		
Ângulo de flexão do ombro				20 °		
Ângulo da força				30 °		
Frequência da tarefa				10/turno		
Género dos operadores (masculino:feminino)				0:100		
Resultados da análise – limites da força						
Empurrar				Puxar		
<50 anos	63.65		74.88	52.16		61.36
	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>
≥50 anos	60.11		70.72	49.06		57.72
	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>

## ANEXO D – Análise detalhada das tarefas de MMC do PT2 – contentor E

Tabela: Resultado da análise da tarefa de manipulação da máquina de cintar do PT2 – contentor E com a EN 1005-02


Dados da tarefa		
Duração	7.5h	
Massa de referência	25 kg	
Peso da carga	3.9 kg	
Número de movimentações da carga	6/turno	
Altura da pega	Origem	Destino
	63 cm	121 cm
Distância horizontal da pega	Origem	Destino
	30 cm	52 cm
Rotação do tronco	Origem	Destino
	0°	0°
Condições da pega	Boa	
Resultados da análise		
	Baixo risco Recomendado: não são necessárias ações.	
Peso limite recomendado: 4.73 kg		
Índice de elevação: 0.82		

Tabela: Resultado da análise da tarefa ‘levar contentor de produto acabado para a zona de expedição’ do PT2 – contentor E com a ISO 11228-2

Dados da tarefa				
		Duração do turno de trabalho		7.5 h
		Força para empurrar a carga		56 N
		Força para puxar a carga		56 N
		Distância de transporte		9 m
		Altura das mãos para cálculo da força limite nos músculos		1 m
		Altura das mãos para cálculo da força limite no esqueleto		1.1 m
		Ângulo de flexão do ombro		20 °
		Ângulo da força		30 °
		Frequência da tarefa		6/turno
		Género dos operadores (masculino:feminino)		0:100
Resultados da análise – limites da força				
		Empurrar		Puxar
<50 anos		66.1	77.76	54.16 63.72
		<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>
≥50 anos		62.42	73.44	50.95 59.94
		<div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div><div></div></div>

## ANEXO E – Avaliação ergonómica do PT9

Tabela 16: Descrição do PT9

Posto de trabalho	Tarefa	Tempo da tarefa	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de sacos/turno	EPI
PT9	Tirar saco selado da máquina e colocar seguinte para selar	3''	19	16''	1612	Calçado de segurança
	Pegar saco e colar etiqueta de identificação	5''	31			
	Pegar e colocar peças no saco	8''	50			

Tabela: Resultado da aplicação do método OCRA *checklist* ao PT9

Posto de trabalho	Duração [min]	Duração [Multiplicador]	Recuperação	Frequência	Força	Postura	Fatores adicionais	Pontuação
PT9	430	1	5	2	0	2	0	9

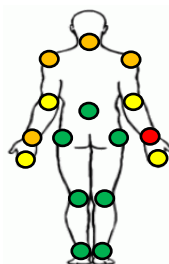


Figura: Resultado da aplicação da MARZC ao PT9



## ANEXO F – Avaliação ergonómica do PT11

Tabela: Inconformidades ergonómicas encontradas no PT11 através da aplicação da *checklist* interna

Secção da <i>checklist</i>	Inconformidade
Postura corporal e altura de trabalho	Existe uma tarefa característica do posto de trabalho que obriga o operador a adotar posturas de trabalho incorretas. Ex: Colocar as caixas de produto acabado no carro (o operador tem de se inclinar e baixar até à altura do carro).
Área de alcance e campo de visão	Os colaboradores não conseguem ter uma boa visualização de toda a área de processo, pois os bordos de linha estão demasiado próximos do mesmo (a menos de 200 mm).
Espaço de movimentação e acesso	O espaço existente na bancada para o operador executar as suas tarefas é muito reduzido. As dimensões da zona de trabalho são de 1000 mm x 210 mm.
	Ocasionalmente, o operador inclina-se para abastecer material de cartão do supermercado.

Tabela 16: Descrição do PT11

Posto de trabalho	Tarefa	Tempo da tarefa	% ciclo	Tempo de ciclo	Nº de sacos/turno	EPI
PT11	Formar caixa de cartão	6''	15	41''	629	Bata Luvas Pulseira ESD Calçado de segurança
	Pegar papel de seda e peça para bancada	5''	12			
	Embalar peça no papel de seda	7''	17			
	Colocar peça embalada na caixa	2''	5			
	Fechar e identificar caixa	17''	41			
	Colocar caixa no local de produto acabado	4''	10			

Tabela: Resultado da aplicação do método OCRA *checklist* ao PT11

Posto de trabalho	Duração [min]	Duração [Multiplicador]	Recuperação	Frequência	Força	Postura	Fatores adicionais	Pontuação
PT11	430	1	5	3	0	1	0	9

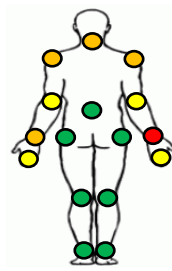


Figura: Resultado da aplicação da MARZC ao PT11

## ANEXO G – Análise das operações de transporte de material do PT3



Figura: Diagrama de *spaghetti* representativo das operações de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT3 para a zona de expedição

Tabela: Estudo de tempos das operações de transporte de material do PT3

Processo	Sequência de tarefas	Tempo
Transporte do contentor de produto acabado / Transporte das caixas vazias	Deslocar para porta-paletes	11
	Deslocar para posto com porta-paletes	15
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar contentor/caixas vazias para a zona de expedição	8
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar porta-paletes para o local de arrumação	11
	Deslocar até posto de trabalho	11
		96

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material do PT3

Processo	Nº médio de paletes/dia	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
Transporte do contentor de produto acabado	3	288	132
Transporte das caixas vazias	3	288	132
	6	576	264

## ANEXO H – Análise das operações de transporte de material do PT4&5



Figura: Diagrama de *spaghetti* representativo da operação de transporte do contentor de produto acabado do PT4&5 para a zona de expedição

Tabela: Estudo de tempos da operação de transporte do contentor de produto acabado do PT4&5

Processo	Sequência de tarefas	Tempo
Transporte do contentor de produto acabado	Deslocar para porta-paletes	4
	Deslocar para posto com porta-paletes	7
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar contentor para a zona de expedição	9
	Posicionar porta-paletes	20
	Transportar porta-paletes para o local de arrumação	11
	Deslocar até posto de trabalho	4
		75

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte de produto acabado do PT4&5

Processo	Nº médio de paletes/dia	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
Transporte do contentor de produto acabado	8	600	184
	8	600	184

**ANEXO I – Análise do impacto da implementação de carros logísticos no transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores**

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material de/para o PT2 com recurso a carros de transporte

Operação	Nº médio de paletes/dia	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
Transporte dos componentes	15	255	150
Transporte do contentor de produto acabado	20	500	360
Transporte das caixas vazias	15	375	270
	50	1130	780

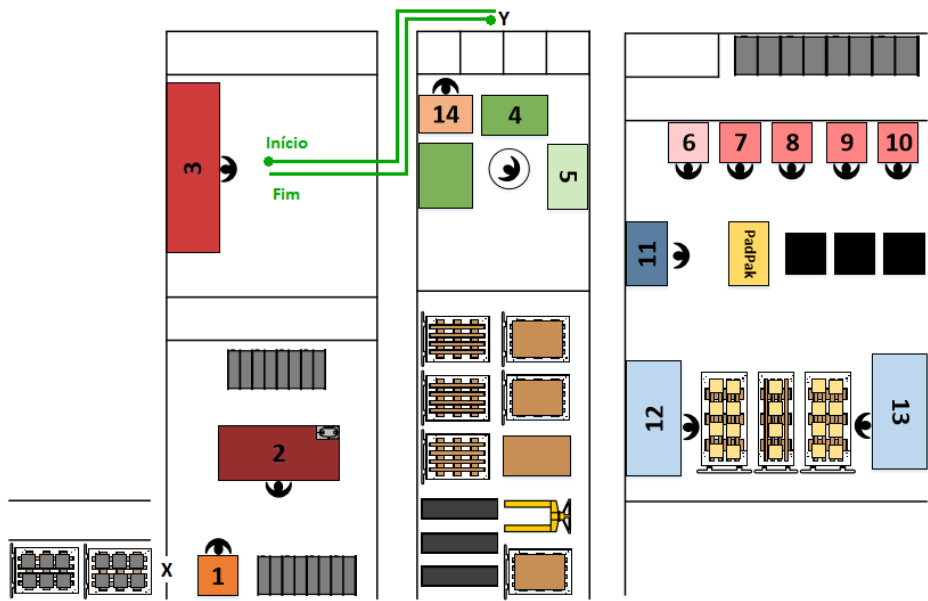


Figura: Diagrama de *spaghetti* representativo dos processos de transporte do contentor de produto acabado e das caixas vazias do PT3 para a zona de expedição com recurso a carros de transporte

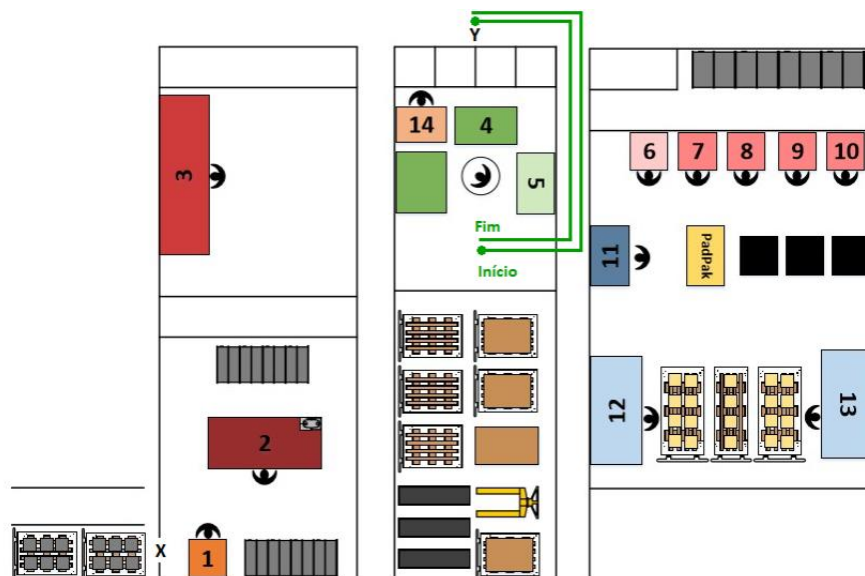


Figura: Diagrama de *spaghetti* representativo do processo de transporte do contentor de produto acabado do PT4&5 para a zona de expedição com recurso a carros de transporte

Tabela: Estudo de tempos dos processos de transporte de material do PT3 com recurso a carros de transporte

Processo	Sequência de tarefas	Tempo
Transporte do contentor de produto acabado / Transporte das caixas vazias	Transportar contentor/caixas para a zona de expedição	7
	Posicionar carro	4
	Deslocar para posto de trabalho	4
		15

Tabela: Estudo de tempos do processo de transporte de material do PT4&5 com recurso a carros de transporte

Processo	Sequência de tarefas	Tempo
Transporte do contentor de produto acabado	Transportar contentor para a zona de expedição	8
	Posicionar carro	4
	Deslocar para posto de trabalho	5
		17

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, no processo de transporte do material do PT3 com recurso a carros de transporte

Processo	Nº médio de paletes/dia	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
Transporte do contentor de produto acabado	3	45	24
Transporte das caixas vazias	3	45	24
	6	90	48

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, no processo de transporte do material do PT4&5 com recurso a carros de transporte

Processo	Nº médio de paletes/dia	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
Transporte do contentor de produto acabado	8	136	80
	8	136	80

Tabela: Tempo despendido e distância percorrida diariamente, em média, na operação de transporte do material dos postos de trabalho da categoria Contentores com recurso a carros de transporte

Posto	Tempo total despendido/dia (s)	Distância total percorrida/dia (m)
PT2	1130	780
PT3	90	48
PT4&5	136	80

**ANEXO J** – Diagrama de fluxo de processo da operação de cintagem de contentores otimizada

Posto de trabalho: PT2			Síntese					
Operação: Cintagem de um contentor			Atividade		Presente			
Data: 10-04-2016			Operação		16			
Operador: -----		Analista: Sandra Fonte	Transporte		6			
Método: Proposto			Espera		4			
Tipo: Operador			Inspeção		0			
Observações: O contentor é cintado com 2 cintas dispostas na mesma direção, sendo para tal utilizada uma máquina semiautomática.			Armazenamento		0			
			Tempo (min)		1.31			
			Distância (m)		23			
Descrição das tarefas			Símbolo			Dist. (m)		
Deslocar até cantoneiras			○	⇒	D	□	▽	8
Pegar e transportar cantoneiras para contentor			○	⇒	D	□	▽	8
Posicionar cantoneiras no contentor			○	⇒	D	□	▽	
Deslocar até máquina			○	⇒	D	□	▽	2
Pegar e transportar máquina para contentor			○	⇒	D	□	▽	2
Posicionar máquina em frente a contentor			○	⇒	D	□	▽	
Ligar máquina			○	⇒	D	□	▽	
Acionar máquina para cintagem			○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar extremidades da cinta			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar dispositivo na cinta			○	⇒	D	□	▽	
Acionar dispositivo para tensão e soldadura da cinta			○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina			○	⇒	D	□	▽	
Acionar dispositivo para corte da cinta			○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar dispositivo, de novo, na máquina			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e transportar máquina para 2º ponto de cintagem			○	⇒	D	□	▽	0.5
Acionar máquina para cintagem			○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar extremidades da cinta			○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar dispositivo na cinta			○	⇒	D	□	▽	



Acionar dispositivo para tensão e soldadura da cinta	○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina	○	⇒	D	□	▽	
<b>Descrição das tarefas</b>	<b>Símbolo</b>					<b>Dist. (m)</b>
Acionar dispositivo para corte da cinta	○	⇒	D	□	▽	
Tempo máquina	○	⇒	D	□	▽	
Pegar e posicionar dispositivo, de novo, na máquina	○	⇒	D	□	▽	
Desligar máquina	○	⇒	D	□	▽	
Pegar e transportar máquina para local de arrumação	○	⇒	D	□	▽	2.5
Posicionar máquina corretamente	○	⇒	D	□	▽	

Figura: Diagrama de fluxo de processo da operação de cintagem de contentores otimizada